

UBIRATÃ DE ASSIS TEIXEIRA DA SILVA

**CULTIVOS EXPERIMENTAIS DE CARANGUEJO UÇÁ,
Ucides cordatus (LINNAEUS, 1763)**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ostrensky

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Setuko Masunari

CURITIBA

2002



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação do Candidato ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área Produção Animal **UBIRATÃ ASSIS TEIXEIRA DA SILVA** após a realização desse evento, exarou o seguinte Parecer:

- 1) A Tese, intitulada “**Cultivos Experimentais de Caranguejo Uca, *Ucides cordatus* (Lenaeus, 1763)**” foi considerada, por todos os Examinadores, como um louvável trabalho, encerrando resultados que representam importante progresso na área de sua pertinência.
- 2) O Candidato se houve muito bem durante a Defesa de Dissertação, respondendo a todas as questões que foram colocadas.

Assim, a Comissão Examinadora, ante os méritos demonstrados pelo Candidato, atribuiu o conceito “A” concluindo que faz jus ao **Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área de Produção Animal**.

Curitiba, 01 de março de 2002.


Prof. Dr. ANTONIO OSTRENSKY NETO
Presidente/Orientador


Prof. Dr. FREDERICO PEREIRA BRANDINI
Membro


Prof. Dr. WILSON FRANCISCO BRITO WASIELESKI JUNIOR
Membro

**À memória de meu pai, Aladino,
cujo amor pelas coisas do mar,
muito me influenciou nessa jornada.**

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Antonio Ostrensky, pela orientação, sugestões e apoio, fundamentais para a realização desse trabalho, mas principalmente pelos dois momentos quando, ao apostar em mim, permitiu que tudo acontecesse.

A Professora Setuko Masunari, pelo entusiástico apoio que me ofereceu sempre, muito antes de ser efetivada como co-orientadora.

Aos meus colegas, Laércio e Júlio, que, junto comigo, dividiram as idéias, descobertas, tropeços e as próprias dependências do Laboratório de Maricultura Pandini, onde o experimento foi realizado.

A todos os amigos da equipe do GIA, por toda a colaboração e incentivo prestado durante a realização desse trabalho.

À minha Mãe, Iolanda, pelo suporte moral e, por vezes, até financeiro.

À minha noiva Bernadete, pelo amor, carinho e compreensão nos momentos que me ausentei em espírito, mesmo estando sempre ao seu lado.

Ao meu grande amigo Jonas, que com sua paciência e tranquilidade característica, sempre soube transformar os meus episódios de mau humor em alegria.

A tia Esther, pelas correções necessárias da língua portuguesa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro destinado à realização desse trabalho.

Ao curso de pós-graduação em ciências veterinárias, na pessoa do seu coordenador, Prof. Dr. Ernandes Koziki, pelas facilidades oferecidas durante o andamento desse trabalho.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O documento a seguir está estruturado em capítulos:

Capítulo I

Descreve o acidente ocorrido na refinaria Duque de Caxias no Rio de Janeiro, que provocou a destruição de parte da biota e levou as autoridades a exigir da PETROBRÁS, uma proposta de remediação ambiental. Esta exigência se traduziu em um programa de repovoamento para o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*.

Capítulo II

Discute as bases conceituais sobre as quais se apóia a idéia do repovoamento por re-estoque direto, como alternativa estratégica de manejo de recursos pesqueiros, especificamente dos estoques naturais do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*.

Capítulo III

São apresentados alguns aspectos da ecobiologia do caranguejo-uçá, em forma de uma revisão bibliográfica, para a melhor compreensão dos experimentos.

Capítulo III

O programa proposto requeria grandes quantidades de larvas de caranguejo-uçá e isto justificou a execução de experimentos para a larvicultura em massa. Os métodos e resultados são apresentados nesse capítulo.

Capítulo IV

Porém, como a execução da larvicultura demandava noções básicas dos requerimentos ambientais das larvas da espécie estudada, desconhecidos até aquele momento, essas informações tiveram de ser obtidas paralelamente aos cultivos larvais. Através de uma série de experimentos controlados, esse nível básico de conhecimento foi atingido, possibilitando a conclusão bem sucedida das larviculturas. Dos experimentos executados, aqueles sobre salinidade, fundamentais para adaptação larval, foram escolhidos para compor a dissertação de tese.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

1. Mapa da área afetada pelo derramamento de óleo, durante o acidente da REDUC.....	11
2. Tubulação PE-2, da refinaria Duque de Caxias, RJ.	12
3. Praia da ilha de Paquetá	13
4. Baía de Guanabara.....	13
5. Ciclo lunar de desova e dispersão larval de caranguejo-uçá, <i>Ucides cordatus</i>	20
6. Momento da eclosão e “pré-zoea”	21
7. Duas larvas no estágio de zoea I.....	21
8. Cordão fecal observado em uma zoea IV.....	22
9. Caracterização das fases larvais de <i>Ucides cordatus</i> , através do número de cerdas dos segundos maxilípedes.	22
10. Megalopa.....	23
11. Desenho esquemático representando os tanques de eclosão.	38
12. Comparação entre os métodos de Galveston e Fujinaga com relação ao manejo das larvas recém eclodidas.	40
13. Comparação entre os tanques usados no método de Galveston e no método de Fujinaga.	41
14. Comparação entre o tamanho da zoea III e de um metanáflio de artêmia.	45
15. Somatório do número de larvas inicial e final nas unidades experimentais em cada um dos métodos testados.....	49
16. Comparação das tendências das curvas ajustadas de sobrevivência obtidas entre os métodos testados	50
17. Desenvolvimento larval e sobrevivência de cada estágio durante o cultivo.....	52
18. zoea I. Início do desenvolvimento larval.	53
19. zoea II e zoea III	53
20. zoea IV e zoea V	54
21. zoea VI.....	55
22. Megalopa	56
23. Modelos experimentais para os testes com salinidades variadas.....	71
24. Representação esquemática da metodologia empregada no teste de alterações graduais de salinidade.	73

25. Sobrevivência das larvas de <i>U. cordatus</i> nos estádios de zoea I a zoea III, durante a primeira hora após exposição a diferentes salinidades.	74
26. Sobrevivência das larvas de <i>U. cordatus</i> nos estádios de zoea I a zoea III, 36 horas após exposição a diferentes salinidades.	75
27. Sobrevivência das larvas de <i>U. cordatus</i> nos estádios de zoea III a zoea VI, 96 horas após exposição a diferentes salinidades.	75
28. Comparação entre os resultados das análises estatísticas do primeiro e o segundo teste de tolerância às variações de salinidade.	76
29. Análise das taxas sobrevivência de larvas de <i>U. cordatus</i> , do estágio de ZVI a megalopa, submetidas a diferentes salinidades em decorrência do tempo.	77
30. Curva de sobrevivência de larvas de <i>U. cordatus</i> , no estágio de zoea I, submetidas a reduções graduais na salinidade dos frascos na ordem de 3,5 ppmil por hora.	78
31. Sobrevivência das larvas em diferentes estádios desenvolvimento submetidas à salinidade zero.	79
32. Comparação entre as curvas de sobrevivência obtidas no 1º cultivo experimental e nas unidades experimentais para 35 ppmil, dos testes de tolerância às variações de salinidade.	81

TABELAS

Tabela 1. Critérios para estabelecimento dos escores através da análise das características das larvas sobreviventes.	73
Tabela 2. Escores atribuídos às larvas em relação ao seu condicionamento, após exposição prolongada a cada uma das salinidades testadas.	78

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL: O ACIDENTE NA REFINARIA DUQUE DE CAXIAS	10
1.1	A BAÍA DE GUANABARA	10
1.2	O ACIDENTE NO OLEODUTO PE-2	11
1.3	A ÁREA AFETADA	12
1.4	CONSEQUÊNCIAS	13
1.5	MEDIDAS MITIGADORAS	14
1.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
2	BIOECOLOGIA DO CARANGUEJO-UÇÁ, <i>UCIDES CORDATUS</i> (LINNAEUS, 1763)	18
2.1	A IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DO CARANGUEJO-UÇÁ, <i>UCIDES CORDATUS</i>	18
2.2	DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE	19
2.3	ASPECTOS REPRODUTIVOS	20
2.3.1	Desova	20
2.4	ASPECTOS DA BIOLOGIA LARVAL	21
2.4.1	Morfologia, dispersão e recrutamento larval	21
2.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
3	REPOVOAMENTO DE <i>UCIDES CORDATUS</i>: BASES CONCEITUAIS	26
3.1	A PROBLEMÁTICA DO CARANGUEJO-UÇÁ	26
3.2	REPOVOAMENTO POR RE-ESTOQUE DIRETO	27
3.3	PRINCÍPIOS DO REPOVOAMENTO: DEBATE	28
3.4	OS ESTUDOS CORRELACIONADOS	29
3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
4	MÉTODOS PARA LARVICULTURA DE <i>UCIDES CORDATUS</i> (LINNAEUS 1763)	33
	RESUMO	34
4.1	INTRODUÇÃO	35
4.2	HIPÓTESES TESTADAS	36
4.3	OBJETIVOS	36
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	37
4.4.1	Local	37
4.4.2	Tanques de eclosão	37

4.4.3	Metodologia do experimento piloto.....	38
4.4.4	Metodologia dos cultivos experimentais.....	39
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.5.1	O experimento piloto.....	43
4.5.2	Comparação entre os métodos de galveston e fujinaga.....	48
4.5.3	Desenvolvimento larval de <i>U. cordatus</i> nos cultivos experimentais.....	52
4.6	CONCLUSÕES.....	58
4.7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
5	INFLUÊNCIA DA SALINIDADE SOBRE AS TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA E SOBRE O DESENVOLVIMENTO LARVAL DE <i>UCIDES CORDATUS</i> (LINNAEUS, 1763)	64
	RESUMO.....	64
5.1	INTRODUÇÃO.....	66
5.2	HIPÓTESES TESTADAS	69
5.3	OBJETIVO.....	69
5.4	MATERIAL E MÉTODOS	70
5.4.1	Graus de tolerância à variação de salinidade nos diferentes estádios larvais.....	71
5.4.2	Análise microscópica de larvas expostas por longos períodos a diferentes salinidades.....	72
5.4.3	Avaliação das taxas de sobrevivência de larvas no estágio de zoea I submetidas a alterações graduais de salinidade.	73
5.4.4	Avaliação da tolerância das larvas, em diferentes estádios de desenvolvimento, à salinidade zero.....	73
5.5	RESULTADOS	74
5.5.1	Graus de tolerância à variação de salinidade dos diferentes estádios larvais ..	74
5.5.2	Análise microscópica de larvas expostas por longos períodos a diferentes salinidades.....	77
5.5.3	Avaliação das taxas de sobrevivência de larvas no estágio de zoea I submetidas a alterações graduais de salinidade.	78
5.5.4	Avaliação da tolerância das larvas, em diferentes estádios de desenvolvimento, à salinidade zero.....	79
5.6	DISCUSSÃO	80
5.7	CONCLUSÕES.....	83
5.8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

1 INTRODUÇÃO GERAL: O ACIDENTE NA REFINARIA DUQUE DE CAXIAS

1.1 A BAÍA DE GUANABARA

Possuindo área de 381 km², volume de dois bilhões de metros cúbicos, extensão de 28 km, profundidade média de 7,6 m, a Baía de Guanabara é o próprio reflexo do uso inapropriado de toda a sua região de entorno feito durante séculos. Ela é o corpo receptor dos despejos de uma região hidrográfica de 4.000 km², que, em grande parte, coincide com a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A maior parte do lixo e dos efluentes domésticos e industriais de uma população superior a 7,2 milhões de habitantes, sem nenhum tratamento prévio, quase sempre acaba sendo drenada para a Baía de Guanabara, através de 35 rios que deságuam nela.

Com a urbanização, a Baía de Guanabara sofre um contínuo processo de assoreamento e aterramento. Na sua orla, foram construídos aterros, portos, aeroportos, rodovias, bases militares e conjuntos habitacionais. Os rios que nela deságuam passaram por um processo de alteração e de retificação de seus cursos, com a construção de canais. Grande parte dos manguezais urbanos foi destruída e as áreas alagadas foram drenadas. Todos esses processos alteraram os padrões de circulação e sedimentação, provocando uma grande descaracterização do ambiente original.

Outro problema grave, também relacionado com o aumento contínuo dos aportes de matéria orgânica na Baía de Guanabara, é a formação de zonas anaeróbicas, onde não há mais condições para a sobrevivência da maioria dos organismos aquáticos. A biota terrestre foi completamente alterada pelo processo de urbanização e os remanescentes da mata atlântica original são hoje restritos às áreas protegidas por legislação especial (Diegues, 1987).

Através do Decreto Federal 90.225 de 25/09/84, foi criada a Área de Proteção Ambiental de Guapimirim, compreendendo cerca de 14 Km² de uma região de manguezal pouco alterada existente entre os municípios de Magé, Guapimirim e São Gonçalo, no interior da baía de Guanabara.

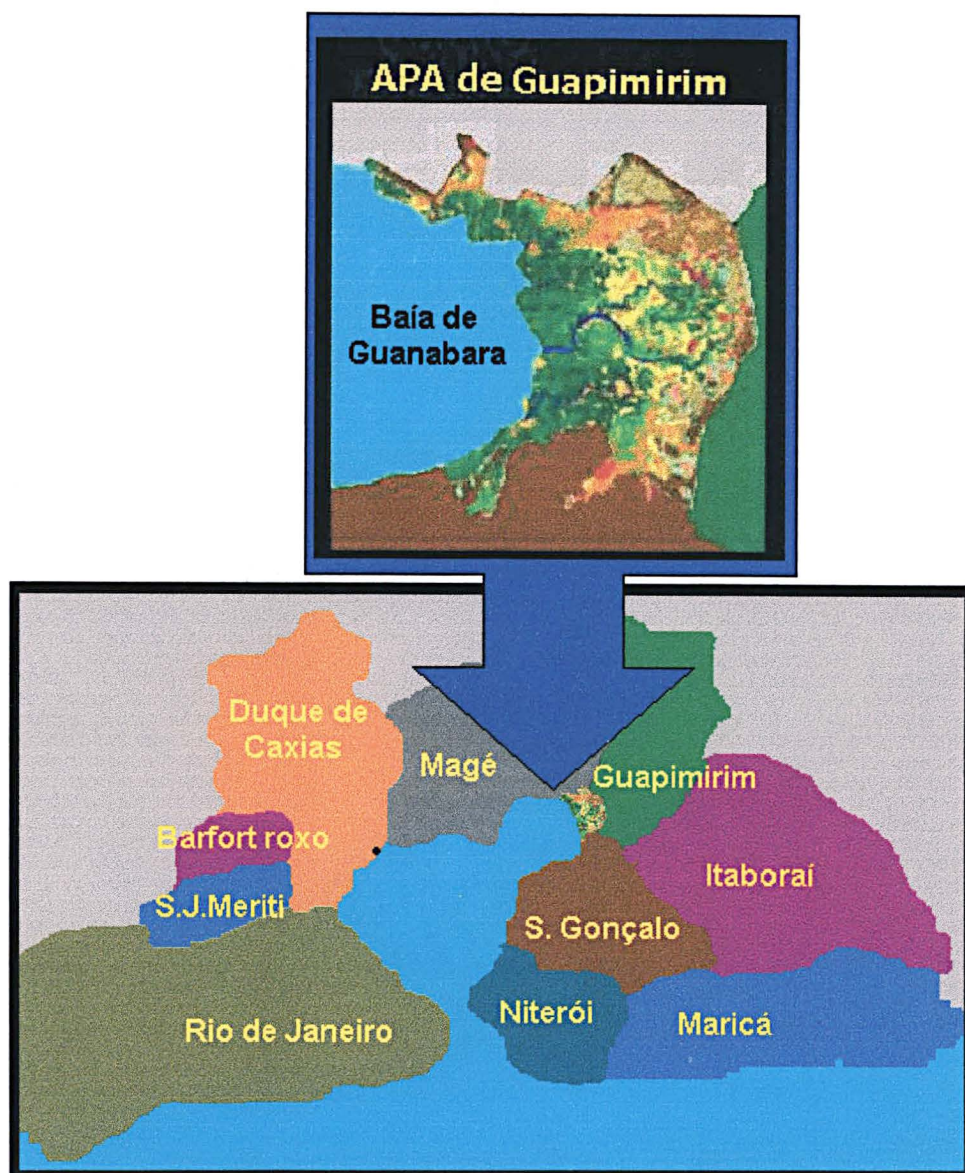


Figura 1. Mapa da área afetada pelo derramamento de óleo, durante o acidente da REDUC.

1.2 O ACIDENTE NO OLEODUTO PE-2

Um problema técnico ocorrido no oleoduto PE-2, na Refinaria Duque de Caxias, na madrugada do dia 18 de janeiro de 2000, provocou o vazamento de cerca de 1,3 milhões de litros de óleo cru, que acabaram sendo drenados, em sua maior parte, para a Baía de Guanabara.



Figura 2. Área do acidente. Tubulação PE-2, da refinaria Duque de Caxias, RJ.

O acidente foi considerado, até então, o segundo desastre mais grave já verificado na área marítima do Rio de Janeiro, sendo apenas superado pelo acidente ocorrido com o navio "TARIK", em 1975.

1.3 A ÁREA AFETADA

A mancha de óleo gerada se estendeu por uma faixa superior a 50 quilômetros quadrados, atingindo parte da área de proteção ambiental (APA), bem como algumas praias e ilhas banhadas pela Baía de Guanabara.

As comunidades que dependiam de atividades ligadas, direta ou indiretamente, à exploração dos recursos pesqueiros na Baía de Guanabara foram proibidas de capturar e comercializar o pescado durante a fase mais aguda do acidente. Na ocasião, a Petrobrás arcou com os prejuízos financeiros dessas comunidades, através de um programa de remuneração dos pescadores profissionais.

Dentre os efeitos mais aparentes do óleo sobre o ambiente, destacaram-se:

1. A contaminação de uma porção significativa do espelho d'água da Baía de Guanabara;
2. A contaminação das areias, costões rochosos, pedras das Ilhas do Governador e de Paquetá;
3. A contaminação física de uma parte da vegetação de mangue existente no entorno da Ilha do Governador;
4. Danos a avifauna;

5. Danos à comunidade bentônica em função da sedimentação de uma fração mais densa do óleo no fundo da Baía;
6. Prejuízo às atividades pesqueiras.

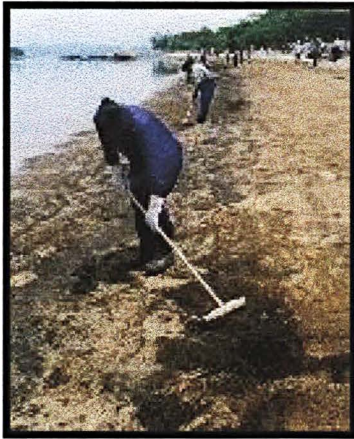


Figura 3. Praia da ilha de Paquetá



Figura 4. Baía de Guanabara

1.4 CONSEQUÊNCIAS

Após um acidente deste tipo, a preocupação inicial recai, quase sempre, sobre os eventuais riscos que a população corre ao consumir o pescado das áreas afetadas, apesar de já estar comprovado que os organismos aquáticos não são bioacumuladores de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (Armstrong *et al.*, 1995). Por isso, uma das primeiras providências adotadas pelas autoridades ambientais é proibir a pesca na região.

Porém, cessados os efeitos físicos do óleo no ambiente, o próximo tópico deveria ser a preocupação quanto ao grau de comprometimento dos estoques pesqueiros e sobre quais providências podem ser adotadas para remediar esses eventuais danos.

No caso do acidente ocorrido na Refinaria Duque de Caxias (REDUC), passada a fase de emergência, iniciou-se a avaliação teórica dos prováveis danos provocados sobre a estrutura populacional dos estoques pesqueiros.

O impacto direto da poluição pelo óleo derramado no acidente foi somado a destruição indireta do ambiente provocada pelas ações de remoção de solo e vegetação contaminados pelo óleo. Como resultado da limpeza pós-emergencial, foram removidos toneladas de lixo urbano, detritos e óleo cru. Apesar de que o local atingido já fosse considerado, na época do acidente, um estuário em estado crítico de degradação ambiental (Diegues, 1987), as autoridades ambientais, pressionadas pela sociedade civil, passaram a exigir, da parte da empresa poluidora, algum tipo de medida reparadora.

Foi lavrada, na época do acidente, uma multa de R\$ 50 milhões de reais, que poderiam ser descontadas em R\$ 15 milhões, caso a PETROBRÁS apresentasse um projeto de biorremediação em resposta ao acidente provocado. Em fevereiro de 2000, o Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais foi contatado por técnicos da Petrobrás, no sentido de avaliar os impactos do acidente ocorrido em um oleoduto na Refinaria Duque de Caxias, em janeiro do mesmo ano, sobre os estoques pesqueiros da Baía de Guanabara.

1.5 MEDIDAS MITIGADORAS

O GIA e a Petrobrás apresentaram ao IBAMA-RJ, um projeto de produção de larvas de caranguejo em laboratório para recomposição populacional das áreas potencialmente afetadas.

Após as avaliações preliminares, ficou evidenciado que os estoques potencialmente mais afetados pelo acidente tinham sido o dos caranguejos, em função de diversos fatores, se destacando entre eles os seguintes:

1. Os principais grupos que constituem os recursos pesqueiros mais importantes explorados desovam em áreas oceânicas e usam o estuário principalmente como área de crescimento, enquanto que os caranguejos desovam e crescem em suas áreas internas (Ivo *et al.* 2001);
2. *Ucides cordatus* é a principal espécie de caranguejo comercialmente explorada (Auto, 2001);
3. O acidente coincidiu com a época que é considerada o pico de reprodução para o *U. cordatus* (Goes *et al.* ,2000; Nascimento & Santos, 1982);
4. Os estádios larvais de crustáceos são reconhecidamente mais suscetíveis à poluição ambiental do que os adultos (Kenni-Mak & Kostlou, 1981; Ostrensky & Wasielesky, 1995; Hartman & Sulkin, 1999)
5. A população adulta de *U. cordatus* possui baixa mobilidade espacial o que, somado ao fato dos organismos serem bentônicos, os tornou suscetíveis ao óleo derramado (Teal *et al.*, 1992);
6. Essa espécie possui ciclo de vida bastante longo. *Ucides cordatus* só atinge o tamanho comercial em períodos iguais ou superiores a 5 anos (Ostrensky *et al.*, 1995; Diele, 2000). Assim sendo, os maiores impactos sobre esse recurso só seriam sentidos em longo prazo, quando os recrutas de 2000 estariam se incorporando aos estoques explorados comercialmente. Nesse período, dependendo da extensão dos impactos, os maiores prejudicados, além do ambiente como um todo, seriam as comunidades que dependem da exploração do caranguejo para sobreviver.

7. Ainda que os reais impactos do óleo derramado sobre as populações de caranguejos não tenham sido quantificados, o caranguejo semiterrestre *U. cordatus* é um dos recursos mais explorados dos manguezais brasileiros. O crescente interesse na proteção e manejo das populações dessa espécie reforçou a necessidade de pesquisar os aspectos biológicos e técnicos da sua produção em cativeiro.

O programa de repovoamento de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, foi aceito como parte das medidas de bio-remediação e compensação ambiental exigidas pelas autoridades. O projeto foi desenvolvido em um laboratório no Espírito Santo em julho de 2001 e ao final do cultivo larval, em de abril de 2001, foi possível obter quantidades suficientes de larvas de caranguejo, para que se executasse o repovoamento piloto da área alvo. Essas Foram liberadas na água próximo aos manguezais que circundam a refinaria Duque de Caxias e a APA de Guapimirim.

1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armstrong, D. A., P. A. Dinnel, J. M. Orensanz, J. L. Armstrong, T. L. McDonald, R. F. Cusimano, R. S. Nemeth, M. L. Landolt, J. R. Skalski, R. F. Lee, R. J. Huggett. 1995. Status of selected bottomfish and crustacean species in Prince William Sound following the Exxon Valdez oil spill. Exxon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters. Wells, P. G.; Butler, J. N.; Hughes, J. S. Eds. Philadelphia, Pa, Usa, Astm, Pp. 485-547.

Auto, P. C. C. 2000. Projeto Manguezal. Relatório da Reunião Técnica sobre o Estado da Arte da Pesquisa e Ordenamento da Cata do Caranguejo-uçá, no Norte e Nordeste do Brasil. IBAMA. Tamandaré, PE. Pp. 34-36.

Diegues, A. C. 1987. Conservação e Desenvolvimento Sustentado de Ecossistemas Litorâneos no Brasil. 1º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa ul e Sudeste Brasileira. Academia de ciências de São Paulo. Pp 196-243.

Diele, K. 2000. Bioecologia e estrutura populacional de caranguejo de mangue, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda:Brachyura) no estuário de Caeté, Bragança-Pará-Brasil. Tese de doutorado. University of Bremen. Germany.

Goes, P., F. D. F. Sampaio, T. M. S. Carmo, G. S. Tôso, M. S. Leal. 2000. Comportamento e período reprodutivos do caranguejo do mangue. In: V SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO. Vitória, ES, Vol. 2. Pp. 335-345.

Ostrensky, A., U. S. Sternhain, E. Brun, F. X. Wegbecher, D. Pestana. 1995. Technical and economic feasibility analysis of the culture of the land crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in Paraná coast, Brazil. Arq. Biol. Tecnol, Vol. 38 (3). Pp. 939-947.

Ostrensky, A. & W. Wasielesky, Jr., 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the Sao Paulo shrimp, *Penaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967). Aquaculture, Vol. 132. Pp. 339-347.

Hartman, M. J. & S. Sulkin. 1999. Effects of prior exposure to petroleum hydrocarbon contamination during brooding on the subsequent larval development of the brachyuran crab *Hemigrapsus oregonensis*. *Journal of crustacean biology*, Vol.19 (4). Pp. 690-698.

Ivo, C.T.C., J. A. de Vasconcelos, E. M. S. de Vasconcelos. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus*, Linneus 1763), capturados no estuário do rio Curimataú (Canguaretama), no Estado do Rio Grande do Norte. Relatório da Reunião Técnica sobre o Estado da Arte da Pesquisa e Ordenamento da Cata do Caranguejo-uçá no Norte e Nordeste do Brasil. IBAMA. Tamandaré, PE. Pp 22-25.

Kenni-Mak, Ch & Dzh, Kostlou. 1981. The effect of salinity and mercury on the larval development of *Panopeus herbstii* Milne-Edwards. *Physiology and Biochemistry of Adaptations in Marine Animals*. Fiziologiya i Biokhimiya Adaptatsij Morskikh Zhivotnykh. Zhirmunskij, A.V. Ed. Pp 114-128.

Nascimento, S. A. & E. R. Santos. 1982. Ecological study of the crab *Ucides cordatus* and the mangrove from the littoral of the Sergipe state, Northeast Brazil. *Atlantica*, Vol. 5. P. 85.

Teal, J. M. , J. W. Farrington, K. A. Burns, J. J. Stegeman, B. W. Tripp, B. Woodin, C. Phinney. 1992. The west Falmouth oil spill after 20 years: fate of fuel compounds and effects on animals.- *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 24. Pp. 219-240.

2 BIOECOLOGIA DO CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763).

2.1 A IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DO CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus*

A biota típica de um manguezal é composta por um número relativamente pequeno de espécies. Ainda que muitos de seus habitantes, não participem diretamente dos fenômenos biológicos que ali ocorrem, a maioria faz parte de uma intrínseca cadeia de geração e transferência de energia para os oceanos (Oliveira, *et al.* 1998; Kemmish, 1986).

Ao decompor parcialmente a matéria orgânica, animais detritívoros expõem micro e macroelementos à ação de microorganismos que, por fim, incorporam esses nutrientes à sua biomassa. O fitoplâncton responde a essa disponibilidade de nutrientes e, na presença condições abióticas favoráveis, como temperatura e luminosidade, reproduz-se profusamente. O fitoplâncton é considerado como responsável pela sustentação da base da pirâmide trófica dos mares (Barnes, 1996).

Dentre os vários organismos detritívoros que habitam os manguezais, os caranguejos desempenham papel fundamental na degradação da matéria orgânica. Alimentam-se de material orgânico de tamanho relativamente grande, fragmentando e reduzindo o tamanho das partículas, expondo-as à ação dos microorganismos. Também ao cavar tocas, auxiliam na oxigenação do solo dos manguezais.

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* é uma das principais espécies de caranguejo existentes no manguezal. Em geral ocupa toda a área protegida pela vegetação e em maiores concentrações à medida que se afasta da franja em direção ao terreno seco (Warner, 1968). Resistem a um largo espectro de salinidade, porém preferem salinidades entre 25 e 30 ppmil (Nakamura, 1979). No lodo, perfuram tocas de 70 cm de profundidade média, de onde raramente se afastam, com exceção do período conhecido como “andança”, quando se tornam muito ambulantes (Dalabona, 2001).

2.2 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE



Ucides cordatus
(Caranguejo-uçá)

CLASSIFICAÇÃO	Filo: Arthropoda Classe: Crustacea Ordem: Decapoda Infraordem: Brachyura Família: Ocypodidae Gênero: <i>Ucides</i> Espécie: <i>Ucides cordatus</i>
DISTRIBUIÇÃO	Atlântico Ocidental - da Flórida até o Brasil (do Pará até Santa Catarina)
OCORRÊNCIA	Caranguejos semiterrestres. A zona de ocorrência da espécie está geralmente limitada à zona entremarés. São territorialistas, os maiores indivíduos são encontrados no meso-litoral, enquanto os menores predominam nas zonas mais altas do manguezal.
DENSIDADE	Varia conforme a latitude (e, portanto a disponibilidade de alimentos). No Estado do Paraná, a densidade média oscila entre 1,5-2,5 /m ² (Blanckstein <i>et al.</i> , 1997). Já em estados da Região Nordeste chega a 4 -5 /m ² (Nascimento <i>et al.</i> , 1982), enquanto na Região Norte chega a 6 /m ² (Almeida & Mello, 1996).
HISTÓRIA DE VIDA	Atingem a maturidade sexual já no segundo ano de vida. No entanto, o tamanho comercial (largura de carapaça superior a 5 cm) é atingido geralmente após o quinto ano de vida. Os machos naturalmente crescem mais que as fêmeas, atingindo uma carapaça com largura de 7-9 cm, enquanto as fêmeas chegam a 5,5-6,5 cm.
REPRODUÇÃO	Fertilização interna. Período de reprodução varia conforme a latitude. De uma de maneira mais ampla, pode ter início nos meses de outubro, estendendo-se, em algumas regiões, até maio, (Ivo <i>et al.</i> , 2000; Mota <i>et al.</i> , 2000,). O fenômeno da "andada" ocorre dentro desse período, quando machos e fêmeas saem de suas tocas para a cópula. Os espermatozoides são armazenados no receptáculo seminal da fêmea, ocorrendo então a fecundação. Os ovos são incubados pela fêmea no abdome. Larvas passam por seis estádios de zoea e um de megalopa, antes de atingir a fase juvenil. Em laboratório todas essas etapas ocorrem em 35-60 dias (Rodrigues & Hebling, 1989).
TOLERÂNCIAS FÍSICAS	Desenvolvimento larval ocorre em águas superiores a 20 °C, no entanto, a 25-30 °C o tempo de desenvolvimento larval cai substancialmente. Nessa etapa do cultivo, a salinidade deve ser mantida entre 20 e 30 ppmil (Rodrigues & Hebling, 1989).
ALIMENTAÇÃO	Larvas: carnívoras (alimentando-se de zooplâncton) Adultos: onívoros (alimentando-se de animais em decomposição e de folhas, parcialmente decompostas dentro de tocas por fungos e bactérias)

Os caranguejos da espécie *Ucides cordatus* pertencem à classe *Crustacea*. Possuem um exoesqueleto de quitina endurecido pelo acúmulo de carbonato de cálcio, (do latim, *crusta* = carapaça dura). Essa espécie é característica de ambientes mixohalinos. O corpo tem 19 segmentos e é dividido em três tagmas: cabeça, tórax e abdômen; a cabeça é fundida ao tórax, e o conjunto chama-se cefalotórax. Como o exoesqueleto é rígido, deve ser mudado para permitir o crescimento do corpo. Nos jovens, essa muda geralmente ocorre a cada duas semanas, e nos adultos, duas vezes por ano. Antes da muda, as camadas de cutícula velha são digeridas, o cálcio é reabsorvido, um novo esqueleto mole cresce por baixo, separa-se do velho, enquanto os músculos e outras estruturas dentro das extremidades amolecem e diminuem de volume. A velha cutícula abre-se dorsalmente, entre a carapaça e o abdome, e o animal sai do velho exoesqueleto. Nessa ocasião, o intestino absorve muita água para aumentar o volume do corpo e distender a nova cutícula. O animal fica escondido até que a nova cutícula endureça.

2.3 ASPECTOS REPRODUTIVOS

2.3.1 DESOVA

A partir de novembro começam as desovas, que se estendem até meados de maio, sendo que o pico ocorre entre os meses de janeiro e fevereiro. Em cada ciclo lunar ocorrem duas desovas, que se iniciam 2 a 3 dias antes da lua nova e da lua cheia, sendo que a maior desova ocorre no dia em que ocorre no dia correspondente à lua propriamente dita. É comum ocorrerem desovas até 2 dias após a lua correspondente (Goes *et al.* 2000).

Ao anoitecer as fêmeas dirigem-se para a franja do manguezal e na água, com movimentos bruscos dos seus segmentos abdominais, favorecem a rompimento dos ovos aderidos ao endopodito dos pleópodos, liberando grandes quantidades de larvas na água, que formam densas nuvens facilmente atraídas pela luz (Figura 5).

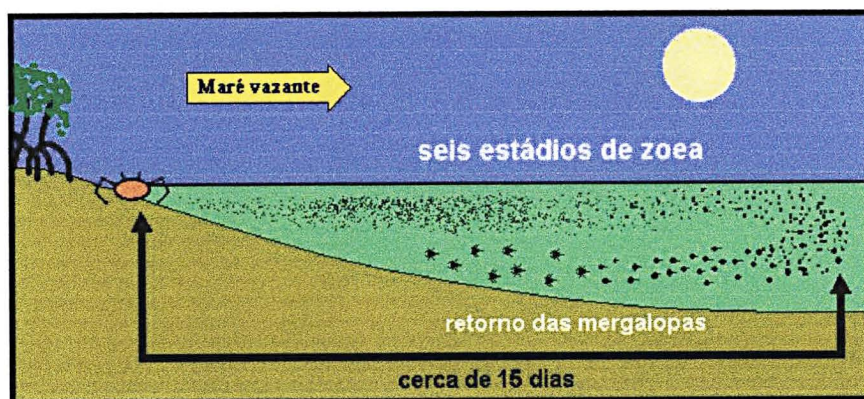


Figura 5. Ciclo lunar de desova e dispersão larval de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*.

2.4 ASPECTOS DA BIOLOGIA LARVAL

2.4.1 MORFOLOGIA, DISPERSÃO E RECRUTAMENTO LARVAL

Quando as condições ambientais são desfavoráveis, as larvas podem ser expelidas dos ovos com características semelhantes ao estágio de “pré-zoeas”, como o que ocorre com outras espécies de caranguejo (Figura 6). Arredondadas e frágeis, não apresentam espinho dorsal ou rostro. Larvas com essas características podem tanto sofrer posterior ecdise e avançar para o estágio de zoea I como acabar por perecer, o que geralmente acontece.

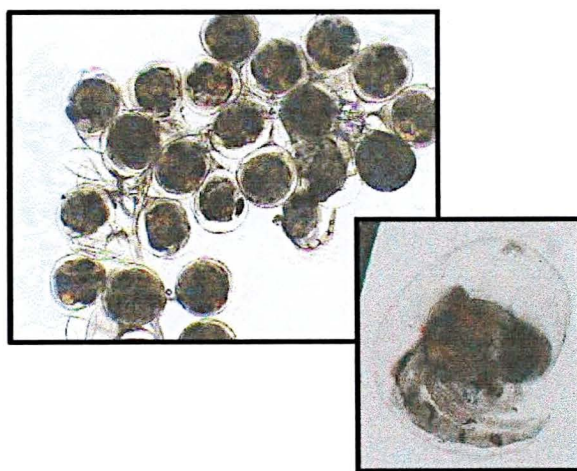


Figura 6. Eclosão larval de *U. cordatus*. Larva com características semelhantes a uma pré-zoea.

Na natureza, esse período é bastante raro, sendo muito mais comum que eclodam diretamente como zoea I. O primeiro estágio larval possui uma grande carapaça arredondada, armada de um espinho dorsal proeminente e uma espícula rostral também bastante desenvolvida (Figura 7).

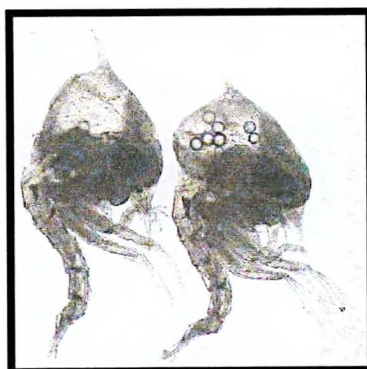


Figura 7. Larvas de *Ucides cordatus* no estágio de zoea I

Da carapaça, surgem quatro apêndices torácicos que têm a função de dar mobilidade à larva. Uma fina cauda composta de 7 segmentos abdominais terminados em um apêndice natatório, o urópodo. Apesar de ainda possuir uma considerável reserva de vitelo, ao microscópio é possível verificar que já se alimentam, através da observação do cordão fecal (Figura 8). Com a aparência de uma vírgula, a larva demonstra ter pouca agilidade, gastando muita energia em busca de alimento.

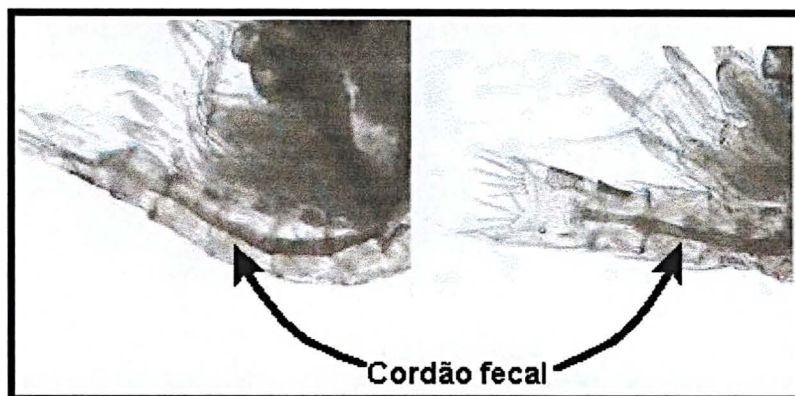


Figura 8. Cordão fecal observado em uma zoea IV

Durante as diversas fases de zoea, devido a sua pouca habilidade natatória, a larva deixa-se levar pela corrente das águas que saem do estuário, de onde ocorreu à desova (Barnes, 1996).

As larvas sofrem sucessivas ecdises, passando de fases e tornando-se maiores e mais resistentes, sem, contudo, mudar radicalmente a sua aparência externa. Pequenas diferenças morfológicas, como o número de cerdas do segundo maxilípede, podem ser utilizadas para caracterizar cada fase (Rodrigues & Hebling, 1989) (Figura 9).

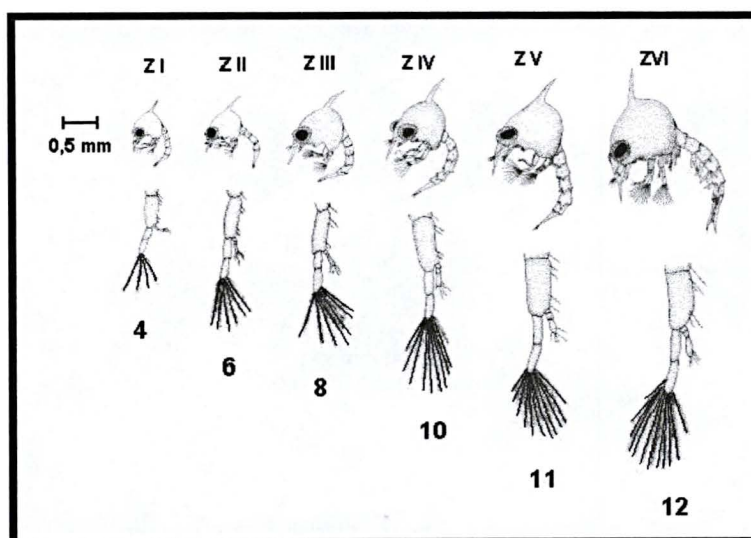


Figura 9. Caracterização das fases larvais de *Ucides cordatus*, através do número de cerdas dos 2º maxilípedes (Rodrigues and Hebling, 1989).

Durante o desenvolvimento larval, a taxa de mortalidade é elevada, devido a predação e a menor tolerância ambiental das fases mais atrasadas. Desde o momento da eclosão, o número inicial de larvas cai muito rapidamente, e vai se estabilizando lentamente à medida que as larvas sobreviventes vão adquirindo vigor. Essa mortalidade inicial seleciona naturalmente os indivíduos menos capazes, impedindo-os de atingir a fase pós-larval.

Os estádios de zoea são subdivididos em 6, sendo que a partir de zoea 5, já é possível observar o surgimento dos quelípodos.

Após o estágio de zoea VI, a larva sofre uma importante mudança externa, se tornando semelhante a uma diminuta lagosta, e passa a se chamar megalopa (Figura 10). A megalopa, ao contrário da fase anterior, é extremamente ágil, rápida e voraz, passando inclusive a atacar outras larvas de sua coorte, em estádios mais atrasados.

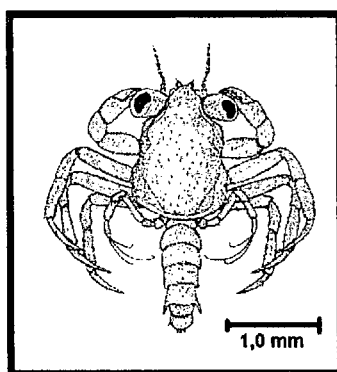


Figura 10. megalopa. (retirado de Rodrigues and Hebling, 1989).

O estágio final de megalopa é o mais avançado em termos de desenvolvimento, já sendo capaz de resistir às variações ambientais, apto a iniciar seu retorno ao ambiente dos manguezais. Esse é o melhor momento para a dispersão dos indivíduos nos diversos pontos do manguezal, visto que após atingirem a fase de juvenis se tornaram organismos bentônicos e dificilmente mover-se-ão a pontos muito distantes, no seu meio.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L. F. & Mello, C. F. 1996. Estudo preliminar da biologia e ecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustácea, Decapoda, Brachyura), no Município de Curuçá (PA) – uma contribuição ao manejo de recursos em áreas de manguezais. Anais da 3ª Reunião Especial da SBPC. Ecossistemas Costeiros: do conhecimento à gestão. Florianópolis, SC. P. 499.
- Barnes, R. D. 1996. Zoologia dos Invertebrados. Roca, 6ª. ed. São Paulo. Pp. 664-766.
- Blanckstein, A.; Cunha Filho, D.; Freire, A. S. 1997. Distribuição dos estoques pesqueiros e conteúdo protéico do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) (Brachyura, Ocypodidae) nos manguezais da Baía das Laranjeiras e adjacências, Paraná, Brasil. Arq. Biol. Tecnol. Vol. 40 (2). Pp. 331-349.
- Dalabona, G. 2001. Reprodução e análise biométrica do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* nas ilhas do povoçá e das peças, Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, 36p.
- Goes, P., F. D. F. Sampaio, T. M. S. Carmo, G. S. Tôso, M. S. Leal. 2000. Comportamento e período reprodutivos do caranguejo do mangue. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO. Vitória, ES. Vol. 2. Pp. 335-345.
- Ivo, C. T. C., J. A. De Vasconcelos, E. M. S. de Vasconcelos. 2000. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, (Linnaeus, 1763), capturado no estuário do rio Curimataú (Canguaretama), no estado do Rio Grande do Norte. Relatório da Reunião Técnica sobre o Estado da Arte da Pesquisa e Ordenamento da Cata do Caranguejo-uçá no Norte e Nordeste do Brasil. IBAMA. Tamandaré, PE. Pp 22-25.
- Kemmish, M. J. 1986. Ecology of estuaries. Physical and Chemical aspects. Vol. 1. Chapter 5. CRC press. Florida. 254p. Pp. 169-204.
- Mota, R. I., A. F. Dias, C. T. C. Ivo. 2000. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus*, (Linnaeus, 1763), capturado no delta do rio Parnaíba, estado do Piauí. Relatório da Reunião Técnica sobre o Estado da Arte da Pesquisa e Ordenamento da Cata do Caranguejo-uçá no Norte e Nordeste do Brasil. IBAMA. Tamandaré, PE. Pp 25-28.

Nakamura, I.T. 1979. Sobre a fenologia de *Ucides cordatus* (L., 1763), Crustacea-Brachyura. Dissertação de mestrado. Depto. De Zoologia. Universidade Federal do Paraná.

Nascimento, S. A.; Santos, E. R.; Bonfim, L.; Costa, R. S. 1982. Estudo bio-ecológico do caranguejo-uça (*Ucides cordatus*) e do manguezal do Estado de Sergipe, nordeste do Brasil. Administração Estadual do Meio Ambiente, Governo do Estado de Sergipe, Relatório Técnico. 12 p.

Rodrigues, M. S. & N. J. Hebling. 1989. Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. *Revista Brasileira de Zoologia*. Curitiba. Vol. 6 (1). Pp. 147-166.

Warner, G. F. 1968. The occurrence and distribution of crabs in a Jamaican mangrove swamp. *J. Zool., London*. Vol. 213. Pp. 321-335.

3 REPOVOAMENTO DE *UCIDES CORDATUS*: BASES CONCEITUAIS

3.1 A PROBLEMÁTICA DO CARANGUEJO-UÇÁ

Em termos sociais, o caranguejo-uçá é a espécie de caranguejo mais importante do litoral brasileiro. Do Amapá à Santa Catarina, entre outubro e fevereiro, a cata desse caranguejo se torna uma das atividades mais praticadas pelas comunidades litorâneas (Maya, 2000).

Porém, a elevada demanda pela carne do caranguejo-uçá tem aumentado o esforço de captura sobre os estoques explorados. Há indícios de que haja uma relação inversa entre a situação econômica do país e a pressão de captura sobre os estoques de caranguejo. À medida que a situação econômica do país piora, mais pessoas passam a viver na informalidade, e a captura e comercialização de caranguejos passam a ser uma alternativa de subsistência para uma parcela cada vez maior das populações que vivem em torno dos manguezais (Maya, 2000). No entanto, a comprovação numérica dessa tendência é muito difícil, em função da própria dificuldade de se quantificar as capturas, visto que o comércio de caranguejo ainda é extremamente artesanal.

Apesar de que, a extinção do caranguejo-uçá ser uma possibilidade bastante remota, uma vez que a espécie é bastante prolífica e rústica, há que se considerar que o aumento do esforço de captura sobre esse recurso tende a fazer com que o tamanho médio dos indivíduos capturados diminua. Essa diminuição, por sua vez, acarretaria em perda do valor do produto ou até mesmo à sua inadequação comercial, agravando ainda mais a situação social das populações que dependem desse recurso (Diele, 2000).

O caranguejo-uçá sofre grande pressão ambiental não só por estar sendo caçado à exaustão pelas populações que vivem em torno das baías (Ivo & Vasconcelos, 2001), como também, em função das ações antrópicas no seu habitat. O crescimento das cidades em torno de grandes baías, com o desmatamento e a descaracterização dos manguezais, vem trazendo dificuldades crescentes com relação ao espaço disponível para o *U. cordatus* viver e se reproduzir (Diegues, 1987).

Sob o ponto de vista ecológico, não há dúvidas de que a sobrepesca constitui em um forte impacto antropogênico sobre os estoques naturais do caranguejo-uçá. Tal problema afetaria igualmente o quadro ambiental, uma vez que o caranguejo desempenha um importante papel na ciclagem de nutrientes no mangue e a sua eventual redução populacional implicaria em alterações nos ciclos biogeoquímicos dos manguezais.

Dentre as metodologias de manejo ambiental e pesqueiro, atualmente aplicadas pelas entidades oficiais, na preservação do caranguejo estão a criação de unidades de preservação

em áreas onde o seu habitat ainda se encontra relativamente preservado e estabelecimento de intervalos de proibição da cata no período reprodutivo da espécie.

3.2 REPOVOAMENTO POR RE-ESTOQUE DIRETO

O repovoamento por re-estoque direto ainda é pouco utilizado no Brasil, apesar de factível, como demonstram iniciativas envolvendo outras espécies, em países com Noruega, China e Estados Unidos (Rothlisberg *et al.*, 1999). No presente caso, o termo "repovoamento por re-estoque direto" representa a atividade de reposição do número de indivíduos de uma espécie de interesse comercial, em uma região delimitada. Possui um caráter eminentemente socioeconômico, em que o objetivo estaria mais voltado à recuperação do recurso pesqueiro e da atividade econômica envolvida na sua extração do que propriamente a recuperação ambiental, de uma maneira mais holística. Porém, indiretamente, o repovoamento por re-estoque direto em muito pode contribuir com a recuperação e preservação ambiental.

O episódio ocorrido na Paraíba em 1998, pode ser visto como um exemplo disso. Naquele ano ocorreu uma grande mortandade de caranguejos em áreas isoladas do estado, em função de problemas patológicos, intrínseco às populações naturais. No estuário do Rio Gramame, onde praticamente foram extintos todos os caranguejos, foi realizado um repovoamento com espécimes adultos apreendidos pela fiscalização do IBAMA/PB. Três anos depois, os estoques locais estavam recuperados, em grande parte graças à recomposição populacional sustentada pelos reprodutores transferidos para a área em questão (Auto, 2000).

Porém, outra maneira de se implementar um programa dessa natureza seria o repovoamento utilizando formas jovens em estágio final de desenvolvimento e, portanto, em fase de recrutamento. Para isso, poderiam ser utilizadas as técnicas clássicas de larvicultura de camarões marinhos, adaptadas para a obtenção de desova, eclosão e larvicultura do caranguejo-uçá em laboratório. A aplicação de tais técnicas permitiria explorar a alta prolificidade dessa espécie, devolvendo ao ambiente alguns milhões de larvas em seu estágio final, quando naturalmente apenas uma fração mínima sobreviveria.

O caranguejo-uçá possui um ciclo de vida bastante longo, se comparado ao de outros decápodes, como os camarões, por exemplo. *U. cordatus* leva cerca de 5 a 7 anos para atingir o tamanho comercial (mais de 6 cm de carapaça) (Ostrensky *et al.*, 1995). Esse fato dificulta o estabelecimento de sistemas de cultivo da espécie em cativeiro, portanto as larvas produzidas em laboratório deveriam ser destinadas à programas de repovoamento. Existe, no entanto, a possibilidade do estabelecimento de um programa de repovoamento para áreas de manguezais degradadas ou intensamente alteradas. Essas áreas poderiam ser divididas em lotes e utilizadas

como viveiros comunitários pela própria população local. Através de um sistema de repovoamento rotacional, seria possível manter o re-estoque dos recursos explorados. Em adição, a ação detritivora dos caranguejos e a oxigenação do solo provocada pelas tocas cavadas, auxiliaria na recuperação do ambiente.

3.3 PRINCÍPIOS DO REPOVOAMENTO: DEBATE

O repovoamento por re-estoque reapareceu, nos últimos anos, como opção de estratégia de manejo ambiental, depois de muitas décadas de ostracismo pela comunidade científica. Problemas como inexistência de metodologias confiáveis para análise dos impactos decorrentes da liberação das formas jovens no ambiente, falta de controle de recapturas e, portanto, de avaliação da sua eficácia e o alto custo dos procedimentos, dividiram a comunidade científica entre um pequeno grupo de defensores da idéia do re-estoque direto, contra uma vasta quantidade de detratores (Leber, 1999).

Várias questões são levantadas durante o contínuo debate científico sobre esse assunto. Entre as críticas mais comuns se destacam possíveis diminuições na variabilidade genética das re-estocadas. Como as técnicas de repovoamento envolvem apenas um número relativamente reduzido de fêmeas, para a obtenção de desovas, incorre-se no fato que a diversidade genética da população de larvas resultantes é muito menor que aquela encontrada naturalmente no ambiente (Cross, 1999).

Para que formas jovens de qualquer espécie produzidas em laboratório de larvicultura pudessem ser consideradas aptas a repor estoques naturais, seria necessário que fossem provenientes das desovas de um número suficientemente grande de matrizes, de formas a se evitar a perda da variabilidade genética através das gerações.

Segundo Ryman & Stall (1980), o número de reprodutores necessários para que não haja comprometimento da variabilidade genética das populações repovoadas é tão mais reduzido quanto mais próximo da equivalência for o número de machos e fêmeas na população.

A tecnologia de produção de larvas em tanques tem por objetivo aumentar o número final de indivíduos sobreviventes ao final de sua fase larval, quando se comparada com desovas ocorridas na natureza.

Uma das conseqüências desse procedimento seria o fato de larvas menos adaptadas, que na natureza morreriam antes do final de seu desenvolvimento larval, teriam chances de sobreviver em laboratório e de serem transferidas para o ambiente. Com isso, o vigor genético do lote produzido seria menor do que aconteceria usualmente na natureza.

De acordo com Cross (1999), esse efeito poderia ser minimizado durante o transcorrer do próprio cultivo. As larvas seriam selecionadas em termos de rusticidade e resistência pelo próprio estresse ambiental, causado pela incapacidade de se atender adequadamente todas as necessidades ambientais do desenvolvimento larval, em um sistema de cultivo. O incremento da produção de larvas do laboratório, para fins de repovoamento, deve se dar pelo aumento do número inicial de larvas cultivadas e não propriamente pelo aumento das taxas finais de sobrevivência, em resposta a aperfeiçoamentos da metodologia de cultivo.

Discute-se, também, que a liberação de grandes quantidades de organismos no ambiente poderia causar impactos ambientais, por pressionar a cadeia trófica primária e secundária do local da liberação (Rothlisberg *et al.*, 1999). Enquanto existe um sem número de espécies cuja liberação em grandes quantidades em um determinado local não poderia ser realizada sem que ocorressem impactos significativos, no caso das larvas de *U. cordatus*, suas inerentes características fenotípicas em muito atenuam esse risco.

O *U. cordatus* se alimenta de folhas de mangue, que são abundantes, mas com baixo valor nutricional e de difícil digestão (Koch, 1999). Essa espécie também se caracteriza por não apresentar comportamento de predação sobre outros recursos naturais. Por isso, caso venham a serem colocados mais caranguejos do que uma determinada área comporta, a tendência é que uma possível falta de substrato alimentar, somada a um aumento nas taxas de predação, ajam como fatores reguladores da abundância populacional.

Caso a quantidade de caranguejos colocada seja insuficiente, pode-se esperar que parte da energia que seria processada através dos caranguejos venha a ser deslocada para outros grupos funcionais do sistema de manguezais (Wolff, 1997). Também nesse caso, não ocorreriam impactos ambientais significativos.

3.4 OS ESTUDOS CORRELACIONADOS

Dentre os que defendem o repovoamento por re-estoque, é unanimidade que, concomitante aos processos de produção de larvas para repovoamento, seria aconselhável a realização de vários estudos preliminares nas áreas-alvo, de tal forma que seja possível caracterizar a situação ambiental antes e depois dessas intervenções (Rothlisberg *et al.*, 1999).

Para o repovoamento de *U. cordatus*, seria fundamental o monitoramento periódico do zooplâncton na região do repovoamento. Esse monitoramento pode ser realizado nos moldes das coletas de sementes de ostras, por parte dos ostreicultores e visaria identificar a época do ano em que as larvas de *U. cordatus* estão naturalmente presentes no plâncton, na região a ser repovoada, bem como quantificar a densidade e o estágio larval das mesmas. Caso haja larvas em estágio ideal e em número suficiente, o repovoamento naquele local não se justificaria.

Também seria necessário realizar um levantamento das populações adultas de caranguejo na área alvo. Deveria ser determinado o número de tocas por metro quadrado, o diâmetro das tocas, bem como a interação entre o caranguejo-uçá e outras espécies de caranguejos no local.

Outrossim, seria fundamental caracterizar o manguezal em questão. Em caso de inexistência do caranguejo-uçá no local, deverá ser avaliada a capacidade do ambiente abrigar adequadamente as larvas.

Um estudo sobre o ciclo de marés e a caracterização da dinâmica das correntes no local de soltura, deveria também ser realizado, para que no momento da soltura, as larvas tivessem amplas condições de colonizar, da forma mais eficiente possível, as áreas de mangue.

Por fim, após a liberação, um monitoramento periódico da área repovoada para avaliar a eficiência do repovoamento deveria ser executado. Caso fosse necessário, novos lotes de larvas produzidos em laboratório poderiam ser liberados no mesmo local.

Uma vez constatado o sucesso do repovoamento, associações populares, como cooperativas de pescadores, por exemplo, poderiam ser convidadas a participar na organização e fiscalização do manejo pesqueiro das áreas submetidas ao repovoamento.

É fundamental que se entenda que, um projeto de repovoamento para essa espécie deveria ser destinado somente a áreas onde, em um passado não muito distante, o caranguejo-uçá era encontrado em abundância, mas que atualmente isso já não ocorre por diversas razões, como destruição do habitat, sobrepesca ou poluição ambiental. O repovoamento dessas larvas, obviamente dependeria da existência de um habitat natural em condições de recebê-las. Portanto, um programa de repovoamento só seria completo se incluísse projetos paralelos de recuperação ambiental.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Auto, P. C. C. 2000. Projeto Manguezal. Relatório da Reunião Técnica sobre o Estado da Arte da Pesquisa e Ordenamento da Cata do Caranguejo-uçá, no Norte e Nordeste do Brasil. IBAMA. Tamandaré, PE. Pp. 34-36.

Cross, T. F. 1999. Genetic considerations in enhancement and ranching of marine and anadromous species. Stock enhancement and sea ranching. Fishing news books. London. Pp. 37-49.

Diegues, A. C. 1987. Conservação e desenvolvimento sustentado de ecossistemas litorâneos no Brasil. 1 ° Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e Sudeste Brasileira. Academia de ciências de São Paulo. Pp 196-243.

Diele, K. 2000. Bioecologia e estrutura populacional de caranguejo de mangue, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda:Brachyura) no estuário de Caeté, Bragança-Pará-Brasil. Relatório da Reunião Técnica sobre o Estado da Arte da Pesquisa e Ordenamento da Cata do Caranguejo-uçá no Norte e Nordeste do Brasil. IBAMA. Tamandaré, PE. Pp 34-36.

Koch, V. 1999. Epibenthic production and energy flow in the Caeté mangrove estuary, North Brazil. Ph.D. thesis at the University of Bremen, Germany. ZMT Contribution N° 6. 110 p.

Ivo, C. T. C., J. A. de Vasconcelos, E. M. S. de Vasconcelos. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus*, (Linnaeus 1763), capturados no estuário do rio Curimatau (Canguaretema), no Estado do Rio Grande do Norte. Relatório da Reunião Técnica sobre o Estado da Arte da Pesquisa e Ordenamento da Cata do Caranguejo-uçá no Norte e Nordeste do Brasil. IBAMA. Tamandaré, PE. Pp 22-25.

Leber, K. M.1999. Rationale for an experimental approach to stock enhancement. Stock enhancement and sea ranching. Fishing news books. London, Pp. 62-75.

Maya, C., M. W. Leahy, T. M. S. do Carmo. 2000. Manejo sustentável do manguezal como estratégia para o desenvolvimento das comunidades tradicionais de catadores de caranguejo de Mucuri – extremo sul da Bahia. In: V SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO. Vol V. Vitória, ES Vol II. Pp. 228-233.

Oliveira O. M. C., A. F. S. Queiroz, R. N. Damasceno, J. B. dos Santos. U. R. Freitas. 1998. Caracterização geoambiental de zonas de manguezal da baía de Camamú - correlações geoquímicas como forma de compreensão do ambiente. Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Vol. 1. P. 124.

Ostrensky, A., U. S. Sternhain, E. Brun, F. X. Wegbecher, D. Pestana. 1995. Technical and economic feasibility analysis of the culture of the land crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in Paraná coast, Brazil. Arq. Biol. Tecnol. Vol. 38 (3). Pp. 939-947.

Rothlisberg, P. C., N. P. Preston, N. R. Loneragan, D. J. Die, I. R. Poiner. 1999. approaches to reseedling penaid prawns. Stock enhancement and sea ranching. Fishing news books. London. Pp. 365-378.

Ryman, N. & G. Stall. 1980. genetic changes in hatchery stocks of brown trout (*Salmo trutta*). Can. J. Fish. Aquat. Sci.. Vol. 37. Pp. 82-87.

Wolff, M. 1997. Modelamento trófico do estuário do Rio Caeté; Programa integrado MADAM, Relatório 1997. ZMT, Bremen, manuscript. Pp.16-18.

4 MÉTODOS PARA LARVICULTURA DE *Ucides cordatus* (LINNAEUS 1763)

RESUMO

Entre março e maio de 2001, foram realizados no Laboratório de Maricultura Pandini, em São Mateus, ES, cultivos experimentais de larvas de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*. O experimento foi parte de um projeto de repovoamento para a Área de Proteção Ambiental de Guapimirim, afetada pelo derramamento de óleo durante acidente em um oleoduto na refinaria Duque de Caxias, na Baía de Guanabara, RJ, em janeiro de 2000. O objetivo do experimento foi adaptar métodos de larvicultura de camarão marinho na produção de larvas de caranguejo-uçá e determinar, entre métodos clássicos de Galveston e de Fujinaga, qual a metodologia mais adequada para a larvicultura do *U. cordatus*. O experimento envolveu três ciclos de produção em larga escala, sendo um cultivo piloto e dois cultivos experimentais. No cultivo piloto, 400 fêmeas ovígeras foram mantidas em tanques por 15 dias até a eclosão das larvas. O estresse pela prolongada permanência no laboratório acarretou intensa mortalidade das fêmeas. Após as desovas, as fêmeas foram devolvidas ao mesmo manguezal de onde haviam sido coletadas. A água dos tanques foi mantida a 29 ° C e na salinidade de 35. As larvas foram inicialmente alimentadas apenas com a microalga *Tetraselmis* sp. A partir de zoea III, o rotífero *Brachionous plicatilis* e náuplios de artêmia foram adicionados à dieta. O intenso consumo de fitoplâncton, pela artêmia remanescente no tanque, tornou difícil a manutenção da concentração algal e conseqüentemente da turbidez correta da água de cultivo. Uma macroalga, do gênero *Enteromorpha*, se multiplicou nos tanques, influenciada pelo excesso de luminosidade e acarretou grandes perdas durante a despesa. Elevadas taxas iniciais de mortalidade, que ultrapassaram 70% nos primeiros dias, foram registradas. A mortalidade se intensificou quando as larvas realizaram a muda de zoea II para zoea III, estabilizando-se com o avançar do desenvolvimento larval. Em média, as larvas realizaram muda para o estágio larval seguinte a cada 2,5 dias. A partir do 15º dia, o estágio de megalopa começou a surgir nos tanques de cultivo. Apesar de apresentarem maior agilidade e voracidade, somente após cerca de três dias da última metamorfose, as larvas se tornaram resistentes à salinidade zero. Essas duas fases de comportamentos distintos do estágio de megalopa, foram denominadas *i*, em referência à fase inicial e *f*, à fase final. Para fins de repovoamento, o surgimento da megalopa *f* nos tanques marcaria o fim da larvicultura, por ser o primeiro estágio larval considerado realmente apto para ser transferido para o ambiente natural. No dois cultivos experimentais que se seguiram, em função dos problemas encontrados no cultivo piloto, foram introduzidas modificações no manejo. Utilizou-se 72 fêmeas ovígeras ao invés de 400. As fêmeas capturadas apenas 2 dias antes da das desovas de lua cheia ou nova. Dessa maneira reduziu-se a densidade dos animais no tanque de desova e o seu período de permanência no laboratório, diminuindo as mortalidades. O náuplio de artêmia foi introduzido na alimentação somente após o estágio de zoea VI, dessa forma deixando de competir com a larva de caranguejo por fitoplâncton e com isso, manteve-se a turbidez da água. No primeiro cultivo, pelo método de Galveston, após a eclosão, as larvas foram transferidas para tanques retangulares de 10.000 l de capacidade. No segundo experimento de cultivo, pelo método de Fujinaga, após a eclosão, as larvas foram mantidas no tanque e as fêmeas retiradas. O cultivo teve início nos próprios tanques de desova. A sobrevivência inicial das larvas, pelo método de Fujinaga foi 33% maior que o método de Galveston. As curvas de sobrevivência no decorrer dos dois cultivos não diferiram entre si ($p > 0,05$) e as taxas finais de sobrevivência foram de 6,4 % para o primeiro cultivo e 8,4% para o segundo.

Methods for larval rearing of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)

ABSTRACT

Between March and May, 2001, the larval rearing of the edible mangrove crab *Ucides cordatus* was successfully realized at Pandini Mariculture Laboratory, in São Mateus, ES, Brazil. The experiment was part of a stock enhancement project aimed for biological reserve of Guapimirim, affected by an oil spill, during the accident on the refinery Duque de Caxias, located in the Baía de Guanabara, state of Rio de Janeiro, on January, 18th, 2000. The objective was to test the possibility of using classical shrimp larval culture methods for mass production of *U. cordatus* larvae and comparing the adaptability of both, the Galveston method and the Fujinaga method. The experiment for crab rearing involved three production trials, the first been considered the pilot experiment and the other two as the actual experimental rearing processes. In the pilot experiment, 400 ovigerous females were captured from near-by mangroves, and brought to the Lab for controlled spawning. The females were maintained in tanks for 15 days, until hatchings. The stress caused by the prolonged period in the lab inflicted heavy mortalities in the broodstock. After the release of larvae in tanks, the animals were returned to the original habitat. The water was kept at 35 ppt of salinity and temperatures around 29 ° C. Initially, the larvae were fed solely on *Tetraselmis* sp. until zoea III stage. From this point on, the rotifer *Brachionus plicatilis* and freshly hatched artemia nauplii were added to the diet. The intense consumption of phytoplankton by the remaining artemia in the tanks made it difficult to maintain the correct algal concentration and consequently the turbidity of the water. A macro alga, *Enteromorpha* sp., thrived in the tank, stimulated by the excessive transparency of the water and determined heavy losses upon the harvest. In average, the ecdysis occurred every 2,5 days. High mortality rates, in excess of 70 %, were recorded in the beginning of culture. The mortality intensified when the larvae were metamorphosing from zoea II to zoea III, with tendency to stabilize afterwards. After the 15th day, the stage of megalopae began be found in the tanks, showing much more agility and voracity when compared to the zoeal stage, but only three days after the this last larval metamorphosis, the larvae began to survive in fresh water. These two distinct behavioral phases of the stage of megalopa were denominated *i*, for "initial" phase, and *f* for "final". In terms of the re-stocking project, the end of larviculture processes should be called as soon as 80% of the larvae in the tank reach megalopae *f* stage. This is the first stage considered ripe for transfer to the environment of target area. In the two experimental cultures that followed the pilot experiment, some modification of the original husbandry were introduced. Only 72 females were captured just before the following full moon, reducing the staying period and stress. The artemia nauplii were introduced only in the end of the zoea VI stage, reducing the competition for phytoplankton and maintaining the turbidity of the water. In the first experimental culture, which tested the Galveston method, the larvae were transferred, right after the hatching event, and reared in a system of three rectangular tanks with 10.000 liter of capacity. For the second experimental culture, testing the Fujinaga method, after the hatchings, the larvae were maintained in the tank for rearing and the females were removed. For the first 24 hours, the survival rate in the Fujinaga method was 33% higher than in the Galveston method. During both cultures, the survival rates were not significantly different ($p > 0,05$) between the tested methods (6,4% for the Galveston method and 8,4% for Fujinaga Method).

4.1 INTRODUÇÃO

O acidente na refinaria Duque de Caxias, que atingiu a Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, em janeiro de 2000, gerou uma demanda para o desenvolvimento de um projeto técnico-científico único para repovoamento de caranguejo-uçá, *U. cordatus*. A proposta inicial era a produção e o cultivo de larvas de caranguejo-uçá em laboratório, até que atingissem estágio larval e condicionamento suficiente para que pudessem suportar as condições ambientais que encontrariam quando da sua transferência para os locais de repovoamento.

Até então, os únicos cultivos larvais registrados com *U. cordatus* haviam sido realizados em pequena escala por Rodrigues & Hebling (1998), com o controle individual das larvas em placas de Petri, e com o objetivo de estudar o desenvolvimento larval da espécie. Em seu experimento, os autores cultivaram larvas em água com a salinidade de 24, sem aeração, alimentando as larvas com náuplios de artêmia recém eclodidos. Essa técnica permitiu a obtenção de taxas finais de sobrevivência de 75 %. Porém, a técnica utilizada pelo referidos autores não permite a produção de larvas em larga escala, o que inviabilizaria a sua aplicação em um projeto que demandava a produção, em curto prazo, de milhões de larvas de *U. cordatus*.

Como não havia uma tecnologia de larvicultura em larga escala descrita para a essa espécie, as tentativas de cultivo deveriam se desenvolver de forma experimental, baseando-se inicialmente em tecnologias já existentes para a produção larval de outras espécies de crustáceos. Ou seja, a única opção para o sucesso do projeto de repovoamento, seria o desenvolvimento das metodologias de larvicultura paralelamente à produção de larvas em número suficiente para o atendimento das demandas do projeto.

Para maximização do sucesso das larviculturas de *U. cordatus*, optou-se por testar dois métodos clássicos de produção de pós-larvas de camarões marinhos: o sistema americano, conhecido como "método de Galveston" e o sistema japonês ou "método de Fujinaga" (Jory, 1997; Marchiori, 1996; Ali, 1995; Smith *et al.*, 1992).

Independentemente do sistema utilizado, seria razoável esperar que métodos de cultivo larval de camarões marinhos não fossem prontamente aplicáveis para produção de larvas de caranguejo. Apesar de camarões e caranguejos, sistematicamente, pertencerem à mesma ordem, as diferenças biológicas entre ambos provavelmente fariam com que as taxas de sobrevivência das larvas de caranguejo fossem inferiores àquelas obtidas durante o cultivo de larvas de camarão marinho. Nesse caso, a comparação entre essas taxas de sobrevivência obtidas com a utilização dos diferentes sistemas de larvicultura, refletiria a distância existente entre as metodologias aplicadas e as condições ideais para a larvicultura de *U. cordatus*, bem

como auxiliaria no direcionamento dos estudos científicos e tecnológicos necessários para que se pudesse desenvolver um sistema de larvicultura específico para essa espécie.

4.2 HIPÓTESES TESTADAS

1. Os sistemas clássicos de larvicultura de camarões marinhos são adaptáveis para cultivo larval de caranguejo-uçá, *U. cordatus*.
2. Quando empregadas para a produção de larvas de caranguejo-uçá, *U. cordatus*, os sistemas americano e japonês de cultivo larval de camarões marinhos apresentarão diferentes graus de eficiência, que poderão ser quantificados e avaliados em termos de taxas finais de sobrevivência obtidas com a aplicação de cada método.

4.3 OBJETIVOS

1. Adaptar e desenvolver metodologias direcionadas à produção de larvas de *U. cordatus* em larga escala.
2. Comparar as taxas de sobrevivência obtidas em diferentes sistemas de cultivo.
3. Comparar o desenvolvimento larval de *U. cordatus* em diferentes sistemas de cultivo.
4. Estudar o comportamento coletivo das larvas de caranguejo-uçá

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 LOCAL

Os experimentos foram realizados de março a maio de 2001 no Laboratório de Maricultura Pandini, em São Mateus, ES.

Foram executadas três tentativas de produção de larvas em larga escala. O primeiro experimento foi realizado com o objetivo de solucionar problemas tecnológicos e não propriamente com o propósito de se compararem tecnologias, e por esse motivo, será doravante chamado de experimento piloto. Nos dois cultivos que se seguiram, procurou-se incorporar e comparar as modificações sugeridas a partir de observações do experimento piloto. Esses cultivos serão descritos como 1º e 2º cultivo experimental.

4.4.2 TANQUES DE ECLOSÃO

Tanto para o cultivo piloto quanto para os cultivos experimentais, as larvas foram obtidas através de eclosões controladas de fêmeas ovígeras capturadas nos manguezais por pescadores profissionais e mantidas em tanques, no interior do laboratório.

Foram utilizados quatro tanques cilindro-cônicos, de metal revestido com fibra de vidro, com cerca de 9.000 l de capacidade e com fundo côncavo (Figura 11). Os tanques eram preenchidos com cerca de 700 l de água, de tal forma que cerca de 20 cm da borda do fundo dos tanques permanecesse seco. Essa parte emersa era coberta com telhas tipo vogatex, suspensas com auxílio de tijolos a 15 cm do chão, de tal maneira que se formasse um abrigo para as fêmeas.

Utilizou-se água do mar a 35 de salinidade, após ser filtrada em malha de 200 μm , desinfetada com 10 ppm de hipoclorito de sódio a 20 % e neutralizada com 2 ppm de tiosulfato de sódio. Diariamente, a água destes tanques era trocada, através de um dreno central, minimizando a movimentação e estresse para os animais. A temperatura média ambiente manteve-se constante em 35 ° C e a temperatura da água dos tanques em 29° C.

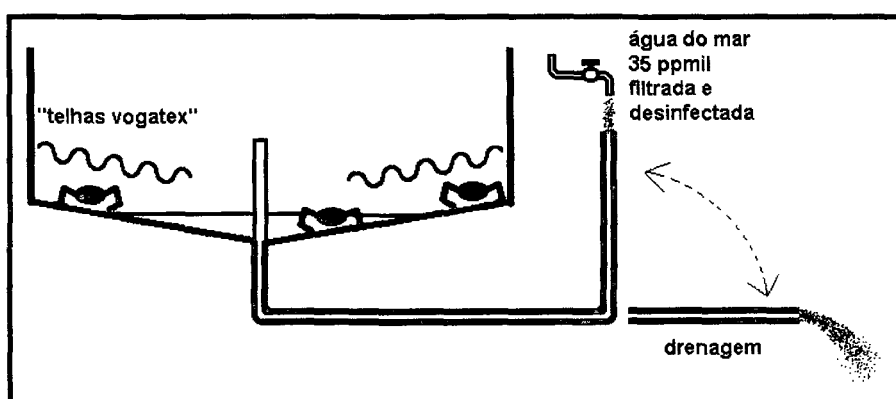


Figura 11. Desenho esquemático representando os tanques de eclosão.

4.4.3 METODOLOGIA DO EXPERIMENTO PILOTO

Manejo das fêmeas

No experimento piloto, procurou-se manter um plantel de cerca de 400 fêmeas ovígeras no interior dos tanques de eclosão, constantemente repondo os animais que morriam. As fêmeas foram mantidas por até 45 dias, sendo alimentadas com porções de peixe, mexilhão, lula e biomassa de artêmia. O alimento oferecido foi escolhido empiricamente, com várias dietas sendo testadas, sem que fosse manifestada uma preferência clara por parte dos animais. Após as eclosões, as fêmeas foram devolvidas ao mesmo manguezal de onde haviam sido capturadas.

Manejo das Eclosões

Logo após a eclosão, as larvas foram atraídas e concentradas, com o auxílio de uma lâmpada, sobre o dreno central do tanque. As larvas foram retiradas dos tanques de eclosão através da drenagem cuidadosa da água dos tanques para um sistema de baldes filtrantes (Barbieri & Ostrensky, 2001). Nesses baldes, as larvas foram mantidas por 20 segundos em uma solução de iodo a 25 ppm e transferidas para o sistema de larvicultura.

Manejo durante a larvicultura

Para o cultivo, durante o experimento piloto, foi utilizado um conjunto de 4 tanques retangulares com capacidade para 10.000 l. Os tanques foram preenchidos com água do mar filtrada e desinfetada, a 35 de salinidade, até a sua capacidade operacional máxima.

Até o estágio de zoea III, as larvas foram alimentadas somente com a microalga *Tetraselmis* sp., na densidade de 30.000 células / ml (Smith *et al.*, 1992). A densidade celular nos tanques era avaliada por análise microscópica, com câmara de Neubauer.

A microalga, nas concentrações utilizadas durante os cultivos, conferia uma coloração esverdeada à água dos tanques. Procurou-se não permitir que a transparência da água, quando medida através de disco de Secchi, ultrapassasse 40 cm (Boyd, 1997), através de monitoramento constante e adição de microalgas ao tanque sempre que necessário.

A partir do estágio de zoea III, a alimentação das larvas foi reforçada com a adição do rotífero *Brachionus plicatilis*, em uma concentração de 30 rotíferos/ml e de náuplios de artêmia, em concentrações de 10 náuplios/ml (Marchiori & Centenaro, 1989; Guerrelhas, 1997; Leger & Sorgeloos, 1992).

4.4.4 METODOLOGIA DOS CULTIVOS EXPERIMENTAIS

Durante a realização do primeiro e do segundo cultivo experimental, procurou-se comparar dois sistemas clássicos de produção de larvas de camarões em laboratório, como base para o desenvolvimento de uma metodologia mais adequada à produção de larvas de caranguejo-uçá: método de Galveston e o método de Fujinaga (figura 12).

A principal diferença técnica entre ambos é a forma com que as larvas recém eclodidas são manipuladas. O método americano, ao transferir as larvas recém-eclodidas do tanque de cultivo para um outro tanque onde se conclui a larvicultura, procura evitar a exposição das formas jovens a patógenos, que são usualmente introduzidos na água pelos exemplares adultos (Lightner, 1997; Brock, 1995; Liao, 1992). Porém, em contrapartida, envolve uma maior manipulação, com conseqüente aumento da carga de estresse para as larvas. No método japonês, as larvas são mantidas no mesmo local, evitando o estresse, mas, em contrapartida, as larvas acabam sendo mais expostas a agentes etiológicos presentes nos exemplares adultos.

Manejo das fêmeas

O método utilizado para obtenção das larvas foi idêntico, para os dois cultivos experimentais, mas diferiu daquele utilizado no cultivo piloto. Para cada ciclo de produção, 72 fêmeas ovígeras foram capturadas por catadores profissionais dois a três dias antes da lua cheia ou nova. Transferidas para o laboratório, as fêmeas foram lavadas para remoção do lodo aderido ao exoesqueleto e acondicionadas nos tanques circulares.

Como as fêmeas foram mantidas em laboratório por curtos períodos de tempo, elas não foram alimentadas, para que os resíduos alimentares não interferissem na coleta e no estado sanitário das larvas recém-eclodidas. Após as eclosões, as fêmeas foram devolvidas ao mesmo manguezal de onde haviam sido capturadas.

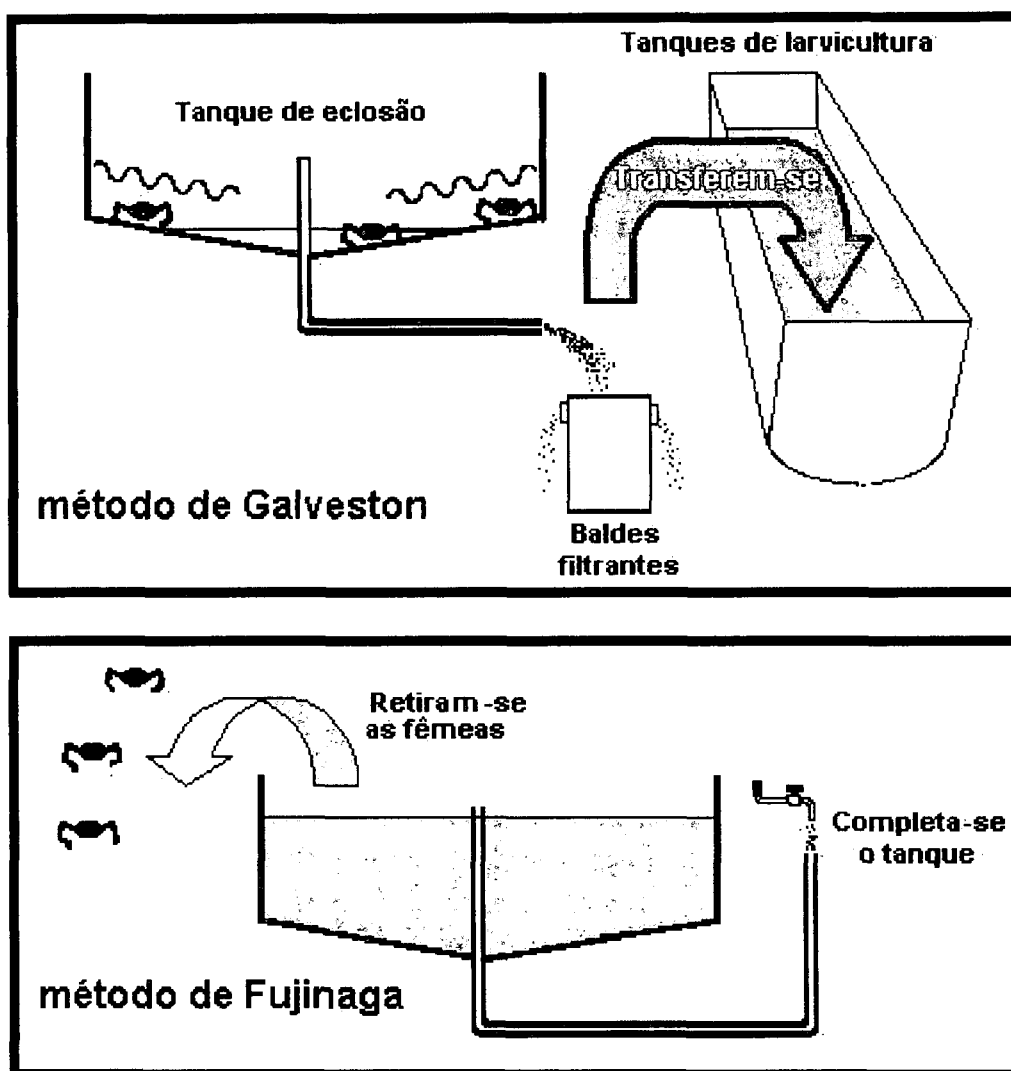


Figura 12. Comparação entre os métodos de Galveston e Fujinaga com relação ao manejo das larvas recém eclodidas.

Manejo das eclosões

A partir das eclosões, no entanto, os cultivos passaram a diferir entre si quanto à metodologia testada.

No primeiro cultivo experimental, que testou o método Galveston, as larvas recém eclodidas foram contadas através de amostragens, ainda no tanque de eclosão. As larvas foram concentradas nos baldes filtrantes, tratadas com solução de iodo e transferidas para o sistema de tanques retangulares, onde foi iniciado o cultivo de maneira similar ao descrito para o cultivo piloto. No dia seguinte, e diariamente depois disso, cinco amostras de 200 ml de água eram retiradas de diferentes pontos de cada um dos tanques, para determinação das taxas parciais de sobrevivência. Depois de contadas, as larvas eram levadas ao laboratório de microscopia, sacrificadas em água doce e analisadas para a determinação do estágio larval em que se

encontravam. Tal determinação foi feita com base nas descrições efetuadas por Rodrigues & Hebling (1989).

No segundo cultivo experimental, que testou o método de Fujinaga, as larvas não foram transferidas do tanque de eclosão. As fêmeas, por sua vez, foram retiradas dos tanques de desova tão logo foi constatada a eclosão das larvas. O número de larvas recém-eclodidas foi amostrado e anotado. Esses tanques foram preenchidos com solução de água e microalgas, até o seu nível operacional máximo e os cultivos larvais foram realizados nos próprios tanques de desova. A mesma metodologia amostral do primeiro cultivo experimental foi adotada durante o segundo.

Manejo durante a larvicultura

Entre os dois cultivos experimentais, outra grande diferença na metodologia do manejo refere-se aos tanques de larvicultura (Figura 13).

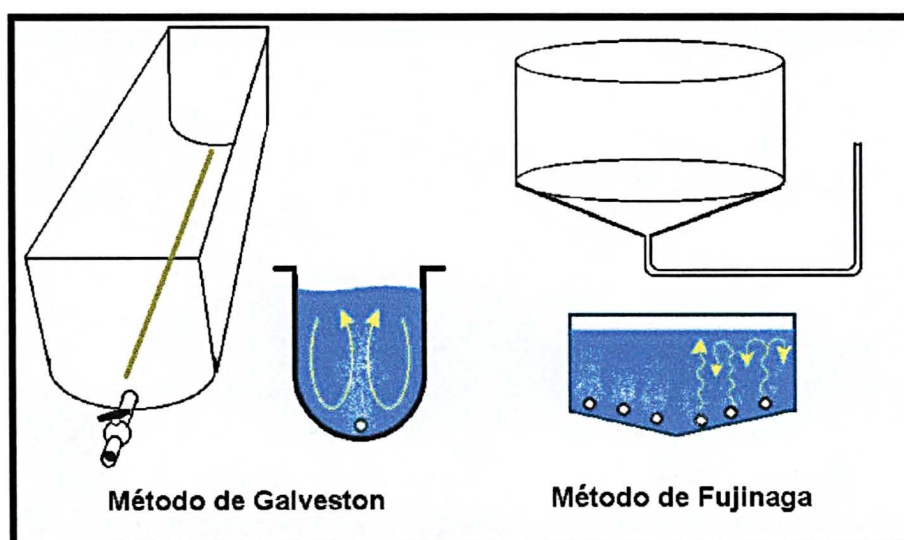


Figura 13. Tanques usados para larvicultura de *U. cordatus* no método de Galveston e no método de Fujinaga.

No método de Galveston, foi utilizado o mesmo sistema de tanques retangulares descritos no cultivo piloto. Os tanques retangulares apresentavam borda retangular de 1,70 cm de largura, 1,70 m de profundidade e 8 m de comprimento. Em seu fundo côncavo, um cano de PVC com perfurações a cada 2 cm, fixado longitudinalmente, possibilitava a aeração forçada.

O forte borbulhamento do sistema de aeração, juntamente com o formato do fundo do tanque geram um turbilhonamento intenso, de sentido duplo, a partir do centro do tanque, que mantinha tanto as larvas quanto a biomassa de microalgas em suspensão, bem como promovia a homogeneização do ambiente no interior do tanque (Cook & Murphy, 1969, Treece, 1985).

No segundo experimento foram utilizados quatro tanques circulares, também com 9.000 l de volume, que continham um sistema de aeração formado por círculos concêntricos feitos com mangueiras perfuradas, fixadas no fundo cônico do tanque. A utilização de tanques circulares na larvicultura, como utilizado no sistema japonês, representa um conceito mais antigo na aqüicultura (Fujinaga & Kitaka, 1967). A associação entre o formato do fundo do tanque e a força da aeração, nesse caso, não permite a geração de um turbilhonamento tão intenso quanto aquele utilizado no primeiro cultivo. A aeração mais difusa do segundo experimento era capaz de manter a biomassa de fitoplâncton homogeneamente distribuída na coluna d'água, porém não era suficientemente forte para impedir que as larvas se agrupassem em "nuvens", na porção central do tanque. Essa característica do tanque de larvicultura obrigou o emprego de um método próprio para as amostragens. Antes da coleta da água, a aeração era intensificada por alguns segundos, para se obter uma melhor distribuição das larvas no tanque.

Nos dois cultivos experimentais utilizou-se o mesmo regime alimentar, que diferia daquele descrito para o cultivo piloto apenas com relação ao uso da artêmia. Os náuplios de artêmia, que foram introduzidos nos tanques de cultivo a partir do estágio de zoea III durante o cultivo piloto, foram oferecidos às larvas mais tardiamente nos cultivos experimentais (somente após o estágio de zoea VI).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 O EXPERIMENTO PILOTO

Fêmeas ovígeras

Como no início dos trabalhos não se sabia exatamente quando ocorreriam as eclosões, existia uma grande dificuldade em se sincronizar a preparação dos tanques para a larvicultura e a produção de microalgas. Outra consequência de não se conhecer o exato momento em que ocorreriam as desovas, foi o processo bastante difícil e oneroso de se manter um plantel constante de cerca de 400 fêmeas no laboratório. A alimentação desses caranguejos constituiu-se em outra grande dificuldade e, mesmo após muitas tentativas, não se encontrou um alimento que fosse bem aceito pelas fêmeas. Dessa forma, o estresse e o prolongado período em que elas permaneceram nos tanques acarretou uma perda constante de cerca de 20 fêmeas / dia, o que causava grandes dificuldades para reposição.

Eclosões

Por outro lado, em função do número de fêmeas ovígeras mantidas em cativeiro, foi possível obter grandes quantidades de larvas em estádios iniciais. As eclosões ocorreram entre 18:30h e 19:00h. Essas observações estão de acordo com Freire (1998) que observou eclosões na natureza durante o crepúsculo e o amanhecer. Com movimentos rápidos do abdômen, as fêmeas liberavam grandes quantidades de larvas na água, que rapidamente formavam aglomerados ou "nuvens".

Por conta desse grande número inicial de larvas, apesar da intensa mortalidade ocorrida, a maior produção larval, dentre os cultivos realizados, foi obtido justamente no experimento piloto.

Após o término do cultivo piloto, chegou-se à conclusão que as eclosões ocorriam sempre no início da fase de lua nova e de lua cheia. O reconhecimento do estreito relacionamento entre a desova e o ciclo lunar, em muito contribuiu com a simplificação do manejo das fêmeas ovígeras e do próprio processo de eclosão e de cultivo larval, pois:

1. A captura das fêmeas ovígeras de caranguejo-uçá foi restrita aos poucos dias que antecediam a desova, o que tornou o processo mais eficiente e permitiu a redução do número de fêmeas capturadas. Pelo fato de serem mantidas no laboratório por pouco tempo, as fêmeas não mais sofreram toda a carga anterior de estresse e nem precisaram ser alimentadas.

2. A inexistência de resíduos alimentares na água facilitou a coleta das larvas e minimizou a contaminação.
3. A constatação do momento em que ocorreriam as desovas permitiu um melhor planejamento e a sincronização da produção massiva de microalgas com a produção de larvas de *U. cordatus*.

A relação entre o fenômeno das eclosões e o ciclo lunar foi observada por vários autores (Goés, 2000; Freire, 1998; Nunes, 1998), servindo inclusive de base para a portaria nº 9, de 9 de dezembro de 2001 do IBAMA, que trata da proibição da caça ao caranguejo nesses períodos.

Larvicultura

Entre o 4º e o 5º dia, quando as larvas passavam de zoea II para zoea III, durante as coletas para contagem e amostragem, percebeu-se um grande número de larvas mortas. Esse fato se repetiu no dia seguinte e já foi possível perceber importante queda no número total de larvas nos tanques. Examinadas ao microscópio, essas larvas apresentavam grandes quantidades de organismos microscópicos nas cavidades hemocélicas. Durante a noite, era possível acompanhar o movimento das larvas através de sua luminescência. Em analogia a fatos semelhantes registrados durante cultivos larvais de camarão marinho, considerou-se que as larvas haviam sido invadidas por vibrio luminescente. Esse patógeno age mais freqüentemente de forma oportunista, em situações de estresse ambiental (Lightner, 1996).

Como solução ao problema, duas medidas foram tomadas: o aumento da freqüência na troca de água nos tanques e adição de nitrofurazona encapsulada em rotífero (Baticados, 1991).

Em função do acúmulo de matéria orgânica nos tanques proveniente da alimentação, excrementos e a própria presença de exúvia e larvas mortas, a freqüência da troca foi aumentada. De 10 %, passou-se a trocar 50% da água diariamente. Nos tanques de cultivo de rotífero, foram adicionados 10 ppm de nitrofurazona para que esse antibiótico fosse ingerido pelo organismo zooplânctônico, como forma de encapsular a droga. Esse rotífero pré-tratado foi oferecido às larvas (Hino, 1993; Hagiwara, 1989). Após a adoção de tais medidas, houve uma diminuição da mortalidade e, apesar de não comprovadamente relacionada com essa diminuição, a adição da nitrofurazona e a troca mais freqüente da água do cultivo passaram a fazer parte da rotina nos outros dois cultivos.

No cultivo piloto, a alimentação das larvas, que até zoea III era composta exclusivamente de fitoplâncton, passou a ser reforçada com a adição de náuplios de artêmia. Essa prática, adaptada a partir da tecnologia utilizada na larvicultura de camarão marinho, mostrou-se inadequada no caso de *U. cordatus*. De acordo com os procedimentos clássicos de larvicultura de camarões marinhos, os náuplios de artêmia são fornecidos no final do estágio de protozoea III e início do estágio de misis, quando as larvas de camarão já são mais ágeis e vorazes (Marchiori, 1996; Smith *et al.*, 1992). Normalmente, no caso do camarão, poucos náuplios de artêmia conseguem escapar da predação para tornarem-se adultos nos tanques de cultivo.

As larvas do caranguejo-uçá, no estágio de zoea III ainda não se caracterizam por grande mobilidade nem voracidade, o que possibilita que o náuplio de artêmia frequentemente escape da predação. Os náuplios, pequenos e ricos em reservas vitelínicas, em menos de 8 horas transformam-se em metanáuplios, que são muito maiores e menos nutritivos para a larva (Barbieri & Ostrensky, 2001; Leger & Sorgeloos, 1992) (Figura 14).



Figura 14. Comparação entre o tamanho da zoea III e de um metanáuplio de artêmia.

Em pouco tempo, a artêmia torna-se grande demais para servir de alimento às larvas de caranguejo e passa a consumir grandes quantidades de fitoplâncton, competindo dessa forma com as larvas, a quem deveria servir de alimento.

Essa competição aumenta a demanda por microalgas e dificulta a manutenção das densidades algais na água, bastando apenas 24 horas para que a água de cultivo se torne excessivamente transparente, evidenciando a redução da microalga em suspensão.

O aumento da transparência da água foi provavelmente o fator que indiretamente causou a perda de cerca de 50% do lote de larvas produzido pelo cultivo piloto. Quando as larvas já estavam em seus estádios finais, ainda havia grandes quantidades de artêmias adultas nos tanques. O intenso consumo de fitoplâncton, pelas larvas e pelas artêmias, fez com que a transparência da água aumentasse para cerca de 80-100 cm. Como as condições de abundância de nutrientes e de luz podem favorecer o crescimento de plantas invasoras (Boyd, 1997), uma macroalga do gênero Enteromorpha sp. passou a se multiplicar nos tanques de larvicultura.

Por uma questão logística, as larvas do primeiro cultivo não puderam ser transportadas ao local de liberação no momento indicado. Decidiu-se, então, que essas larvas seriam transportadas juntamente com o lote do segundo cultivo, que já estava bastante adiantado. Durante esse tempo, a população de macroalgas foi crescendo, até se tornar uma grande massa flutuante, a qual as larvas passaram a utilizar como substrato. A partir de um determinado momento, já não era possível separar as larvas da massa de algas que se formou. Por fim, pequenos talos de Enteromorpha sp. começaram a crescer sobre o exoesqueleto das larvas. Nessas condições, as larvas paravam de se alimentar e terminavam por sucumbir à falta de reservas energéticas.

No final do experimento piloto, havia cerca de 3 milhões de larvas no estágio de megalopa, mas, em função do atraso na transferência dessas larvas para o ambiente natural, apenas metade delas sobreviveram para serem efetivamente transportadas.

A importância do sedimento na fase final de desenvolvimento da larva

Durante a fase de elaboração do projeto apresentado às instituições financiadoras, acreditava-se ser possível cultivar as larvas de caranguejo até sua fase juvenil, isto é, quando já possuísem todas as características de um exemplar adulto. Esta fase é conhecida como crab I e é subsequente ao último estágio larval, ou seja, megalopa (Nascimento, 1993). Em cultivos experimentais com várias espécies de caranguejo, realizados em pequena escala por outros autores, a obtenção de indivíduos na fase juvenil foi possível.

Por conta do atraso na transferência das larvas resultantes do primeiro cultivo, era esperado que as mesmas tivessem tempo para sofrer a última ecdise da fase larval e se transformarem em crab I no próprio laboratório.

Com o passar dos dias, constatou-se que essa metamorfose, por alguma razão, não ocorreria nos tanques de larvicultura. Após uma semana, as larvas deixaram de se alimentar, fato evidenciado pela ausência do cordão fecal e pelo súbito aumento das concentrações de fitoplâncton na água de cultivo. As larvas comportaram-se como se tentassem nadar contra o

fluxo de corrente provocada pela aeração. Pareciam também procurar um substrato sobre o qual se alojar, o que explicaria a atração pelas macroalgas.

A partir dessas observações, levantou-se a hipótese de que as larvas apresentavam esse comportamento porque, no meio natural, durante o estágio de megalopa, elas migram para os manguezais onde ocorre o recrutamento.

Segundo O'Connor (1998), fatores ambientais presentes no lodo serviriam como "pistas" que seriam seguidas pelas larvas do caranguejo *Uca pugnax*, em seu processo de recrutamento, bem como estimulariam a última metamorfose da fase larval. Em seu experimento, em ambiente de cultivo, mesmo as larvas que estavam cronologicamente prontas para a metamorfose, ressentiam-se de estímulos ambientais. As larvas, nesse caso, esgotavam suas reservas energéticas sem encontrar as condições naturais de assentamento e morriam antes de sofrer a última ecdise. Em sua discussão, O'Connor sugere que esse fenômeno pode se aplicar para outros grupos de crustáceos.

Para testar a hipótese de que o mesmo ocorria com o *U. cordatus*, foi criado um micro-ambiente que procurava simular as condições que a larva encontraria no ambiente natural. Lama, folhas de mangue e outros componentes do manguezal foram trazidos ao laboratório e montados em 3 bacias de 40 l com água do cultivo, de modo que uma parte da lama colocada em cada bacia ficasse submersa e a outra parte emersa. Larvas na fase final do estágio de megalopa foram depositadas em cada bacia e observadas.

Constatou-se que, imediatamente após sua colocação na água, as larvas se dirigiram ao fundo lodoso e imerso das bacias e lá permaneceram imóveis pelo resto do dia. Nos dias que se sucederam, elas passaram a se deslocar para a parte emersa das bacias. O deslocamento das larvas era feito dobrando os segmentos caudais abaixo dos esternitos, o que permitia que as larvas caminhassem com muita agilidade sobre o sedimento.

Após cerca de uma semana, era possível observar pequenas tocas cavadas no sedimento úmido de onde os pequenos animais emergiam, já metamorfoseados em juvenis.

O caranguejo-uçá, em sua primeira forma juvenil, ou crab I, difere da sua última forma larval por possuir os segmentos abdominais permanentemente retraídos, não mais os utilizando como apêndices natatórios. Nesta fase, o caranguejo não é mais livre natante e já pode ser considerado como um organismo bentônico.

O resultado desse experimento demonstrou que o último estágio larval cultivável em tanques é a megalopa e que o ideal é que a liberação dessas larvas ocorra tão logo elas alcancem esse estágio.

4.5.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE GALVESTON E FUJINAGA

Com uma produção de cerca de 1,5 milhão de larvas, o experimento piloto, praticamente garantiu a cota necessária de larvas para o programa de repovoamento na APA de Guapimirim.

A partir daí, procurou-se aprimorar a tecnologia utilizada durante os dois cultivos que se seguiram, comparando duas formas clássicas de larvicultura de camarão marinho quanto à sua maior adaptabilidade à produção de larvas de *U. cordatus*. O 1º cultivo experimental simulou o método de Galveston e o 2º cultivo simulou o método de Fujinaga

A comparação da taxa de sobrevivência das larvas 24 h após as eclosões avaliou o efeito do estresse causado pela manipulação durante a transferência das larvas pelo método de Galveston. Já a comparação das taxas de sobrevivência larval durante e ao final do cultivo, avaliou o efeito das enfermidades causadas pela permanência das larvas no tanque de eclosão, pelo método de Fujinaga.

Após as eclosões, um exame minucioso revelou que a percentagem de fêmeas que liberaram ovos nessa fase variou entre 39 e 43%. O número total de larvas geradas nos dois ciclos de produção também foi muito semelhante entre si: 4,3 milhões de larvas no experimento que testou o método de Galveston e 4,1 milhões para o experimento que simulou o método de Fujinaga.

As amostragens realizadas no dia seguinte às desovas, revelaram uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre as taxas parciais de sobrevivência obtidas pelo sistema de Galveston e de Fujinaga, refletindo as diferenças metodológicas entre os dois sistemas. O número médio de larvas viáveis no início do primeiro experimento foi de 2,5 milhões, e no segundo chegou a mais de 3,8 milhões (Figura 15).

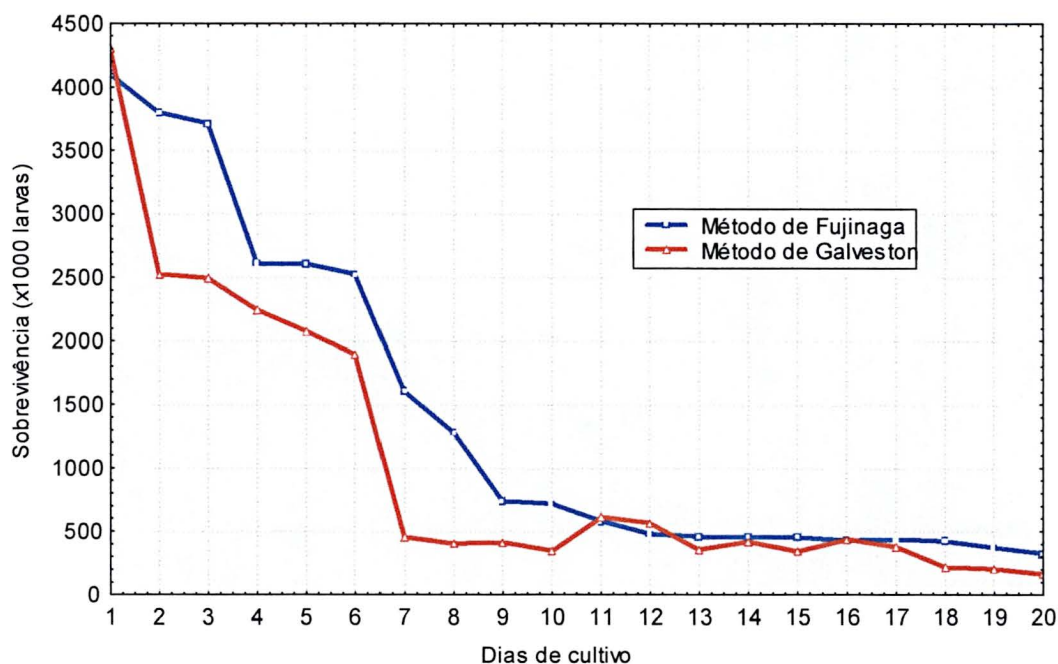


Figura 15. Somatório do número de larvas inicial e final nas unidades experimentais em cada um dos métodos testados.

Ficou constatado que a quantidade inicial de larvas no experimento que simulou o método Fujinaga foi 33% maior do que a que simulou o método Galveston, ficando demonstrado o efeito deletério do estresse causado pela movimentação durante transferência das larvas dos tanques de desova para os tanques externos de larvicultura.

A comparação das taxas de sobrevivência parciais e finais entre os dois cultivos experimentais procurou definir se as mortalidades iniciais, que ocorreram em função da manipulação pelo método Galveston, poderiam ser compensadas por melhores taxas de sobrevivência no decorrer do cultivo, devido a uma possível redução da tendência a enfermidades, desvantagem teórica do método de Fujinaga.

Amostragens foram realizadas diariamente desde as primeiras 24 horas do início do cultivo até sua conclusão. Os resultados obtidos entre os quatro tanques de cultivo, para cada método testado, quando analisados através do teste para dados não paramétricos de Kruskal-Wallis, não revelaram diferenças significativas ($p > 0,05$), e passaram a ser considerados como um bloco.

Ao se analisar o gráfico ajustado correspondente às curvas de sobrevivência entre um e outro experimento (figura 16), percebe-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre curvas de sobrevivência em ambos os métodos testados. Dessa forma, não foi possível constatar uma maior predisposição à ocorrência de enfermidades durante o cultivo pelo método Fujinaga.

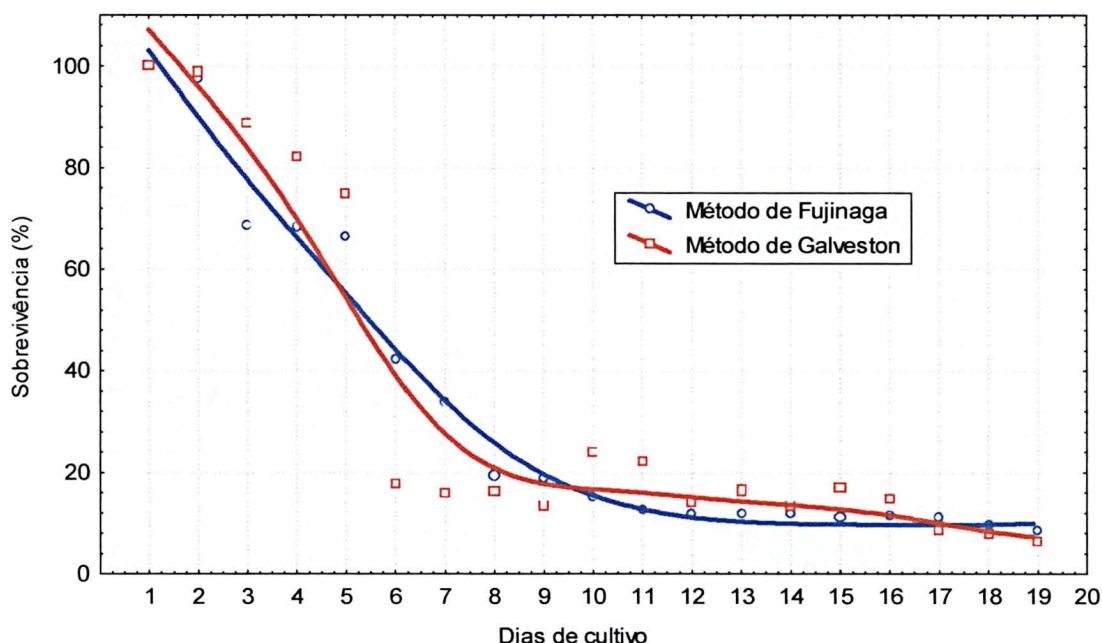


Figura 16. Comparação das tendências das curvas ajustadas de sobrevivência obtidas entre os métodos testados

A aplicação do sistema adaptado a partir do método Fujinaga possibilitou a produção de 320 mil megalopa, contra 161 mil produzidas a partir da aplicação do método de Galveston. Considerando que as curvas de sobrevivência durante os dois cultivos foram iguais e que as taxas de sobrevivência finais de 6,38 % para o método Galveston e 8,42 % para o método de Fujinaga foram muito próximas, pode-se afirmar que a maior produtividade final obtida a partir da aplicação do método Fujinaga, foi reflexo de uma menor carga de manipulação e de estresse das larvas na fase inicial dos cultivos.

A metodologia empregada nos dois experimentos diferiu também em relação à localização e ao formato dos tanques de cultivo. Essa diferença implicou em alterações de fatores como intensidade luminosa, velocidade e direção de fluxos de ar e de água nos tanques. O esperado era que tais diferenças se refletissem no resultado final dos cultivos experimentais em termos de sobrevivência parcial e total. Porém, a mesma análise das curvas ajustadas de sobrevivência (Figura 16), em termos percentuais, bem como o monitoramento diário dos cultivos, também indicaram que os efeitos dessas variáveis sobre os resultados obtidos nos dois experimentos foram tecnicamente iguais.

O objetivo principal dos cultivos foi o de produzir grandes quantidades de larvas de caranguejo-uçá para o programa de repovoamento proposto. Para esse fim, ficou comprovado que a aplicação de metodologias de larvicultura desenvolvidas para camarões marinhos podem ser utilizadas para a produção de larvas de caranguejo. Contudo, as taxas finais de

sobrevivência obtidas nos cultivos, de no máximo 8,4 %, recomendam que sejam desenvolvidas e incorporadas adaptações complementares aos métodos utilizados, para aumentar a eficiência da larvicultura.

Por outro lado, ao se realizar um trabalho inédito de larvicultura em grande escala, de uma espécie biologicamente ainda pouco conhecida como *U. cordatus*, sabe-se que os riscos envolvidos no processo são grandes e que as chances de sucesso são naturalmente pequenas. Taxas finais de sobrevivência de 8 % poderiam ser consideradas um fracasso, para um procedimento de larvicultura de camarão marinho, por exemplo, posto que essa tecnologia já é cinqüentenária e, quando bem aplicada, resulta em taxas finais de sobrevivências superiores de 70% (Smith, 1992). No entanto, comparada com tecnologias de larvicultura de outras espécies marinhas, como é o caso do robalo, um peixe que está sendo trabalhado no Brasil há 20 anos e que somente agora se atingiu a marca de 10 % de sobrevivência na larvicultura (Cerqueira *et al.*, 1997), as taxas de sobrevivência obtidas nos experimentos realizadas podem ser consideradas bastante encorajadoras.

4.5.3 DESENVOLVIMENTO LARVAL DE *U. CORDATUS* NOS CULTIVOS EXPERIMENTAIS

O objetivo do desenho experimental adotado para esses cultivos foi também o de aproveitar as grandes quantidades de larvas à disposição, para melhor estudar o comportamento coletivo das larvas de caranguejo-uçá. Durante o transcorrer dos cultivos experimentais, não só as taxas de sobrevivência foram significativamente iguais como também o desenvolvimento larval e os padrões comportamentais das larvas, não se distinguiram.

O episódio de mortalidade em massa ocorrido quando as larvas passavam do estágio de zoea II para zoea III (Figura 17), no início do experimento piloto, voltou a acontecer, no mesmo momento, durante os cultivos experimentais. O efeito dessas mortalidades interferiu diretamente no número final de larvas produzidas em cada um desses cultivos. O gráfico da figura 17 demonstra a dinâmica populacional das larvas no interior do tanque durante o cultivo pelo método Galveston, expondo o momento em que as mortalidades passaram a ocorrer.

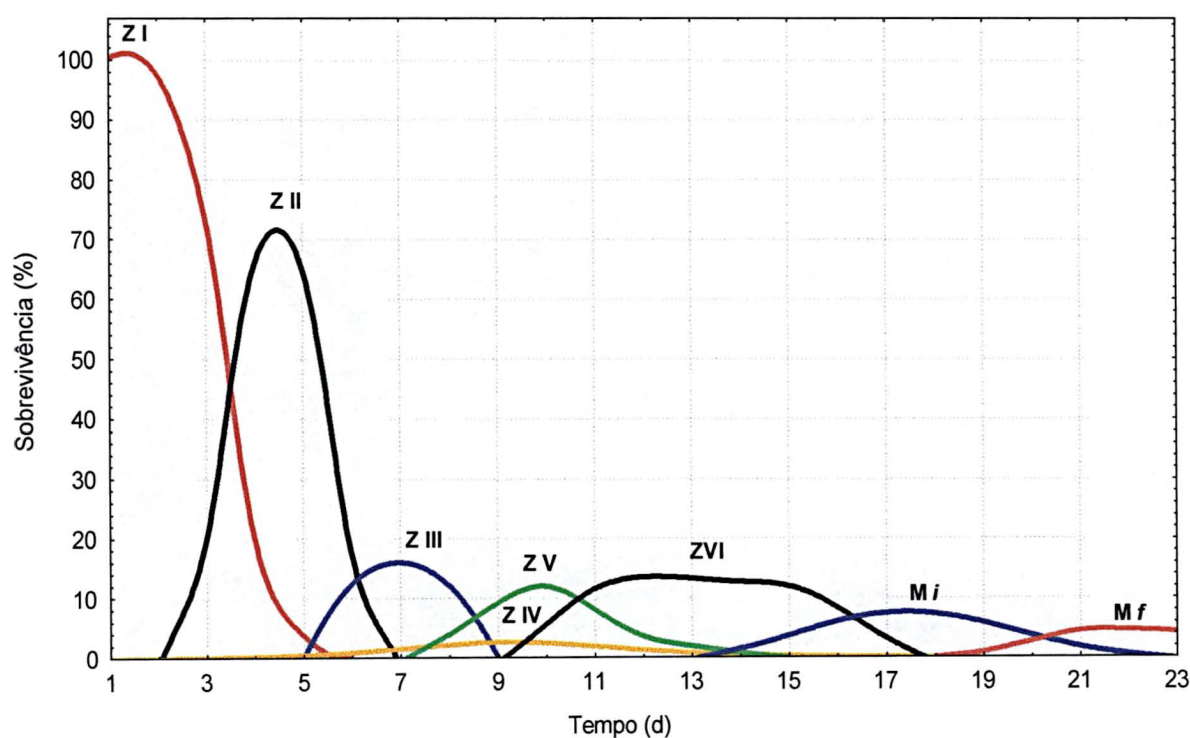


Figura 17. Desenvolvimento larval e sobrevivência de cada estágio durante o cultivo.

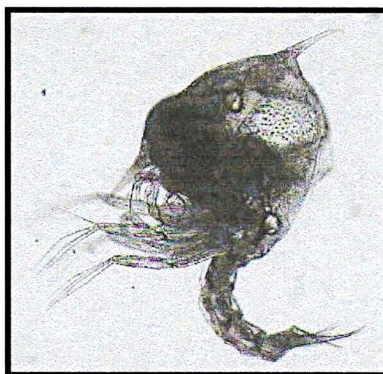


Figura 18. Larva de *U. cordatus* no estágio de zoea I. Início do desenvolvimento larval.

A partir do início do cultivo, quando 100% das larvas estavam no estágio de zoea I (Figura 18), as larvas foram sofrendo ecdise e passando para o estágio seguinte a cada 2,5 dias em média. Do segundo dia em diante, o número de larvas em zoea I declinou rapidamente a ponto de estarem completamente ausentes dos tanques a partir do 6º dia de cultivo (Figura 17). Por outro lado, o número de larvas em zoea II (Figura 19), aumentou a partir do segundo dia, de maneira sincronizada com a queda do número de zoea I.

Ao se analisar esses dados das amostragens, se observa que as zoea I tornaram-se raras porque mudaram para o próximo estágio, ou seja, sofreram ecdise e se transformaram em zoea II. Porém, Nem toda a queda no número de zoea I pode ser explicada pela ecdise. Cerca de 28% das zoea I não passaram para o próximo estágio, ou seja, morreram antes disso.

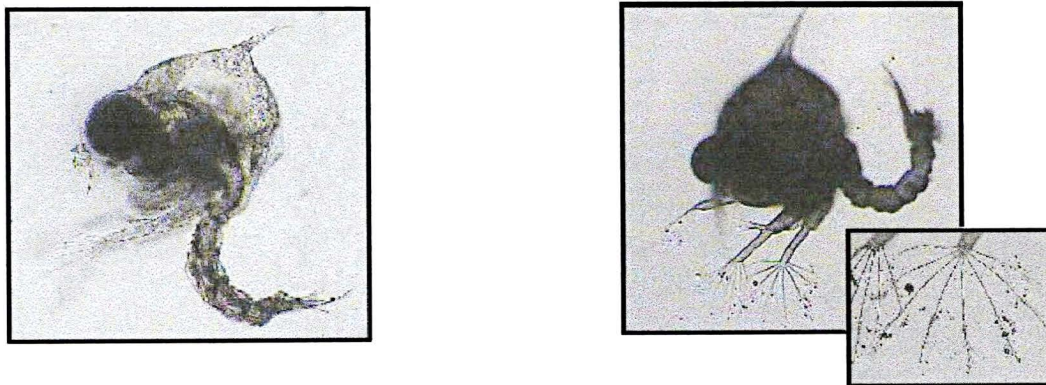


Figura 19. Zoea II e zoea III de *U. cordatus*. Detalhe do 2º Maxilípede: o número de cerdas desse apêndice pode ser usado para caracterizar o estágio larval.

Porém, a mortalidade mais intensa ocorreu entre os dias 5 e 7, quando somente cerca de 15% do número inicial de larvas nos tanques passaram para o estágio seguinte, ou zoea III (Figura 19).

Após essa queda inicial abrupta nas taxas de sobrevivência, percebeu-se que a mortalidade diminuiu consideravelmente, porém, continuou a ocorrer de forma constante. A perda de cerca de 10.000 larvas por dia, tornou-se rotineira e foi creditada a uma somatória de fatores ambientais cronicamente desfavoráveis.

Na maior parte do tempo, havia nos tanques um grupo mais avançado e um grupo mais atrasado em termos de desenvolvimento larval. Caracteristicamente, este segundo grupo era mais atacado por epibiontes que o restante. Periodicamente, esse grupo de larvas de desenvolvimento mais atrasado aumentava em número, o que coincidia com um aumento no registro de mortalidade de larvas em períodos subseqüentes.

O estágio de zoea IV (Figura 20) caracterizou-se por uma peculiaridade que se repetiu nos dois experimentos controlados. Como mostra a figura 17, em nenhum momento esse estágio predominou nos tanques de cultivo. Alguns autores postulam que, em outras espécies de caranguejo, podem ocorrer estádios supranuméricos como artefato laboratorial (Boyd & Johnson, 1963).

O fato pelo qual este estágio esteve pouco representado talvez seja uma indicação de que a zoea IV seja um estágio supranumerário, como forma de adaptação às condições sub-ideais dos cultivos (Pestana & Ostrensky, 1995; Othman, 1991; Criales & Anger, 1986). No ambiente natural talvez esse estágio não ocorra e as larvas passem diretamente de zoea III para zoea V sem passar por zoea IV. Porém, esse aspecto do desenvolvimento larval poderia ser mais bem esclarecido através de coletas diretamente a partir do ambiente natural.

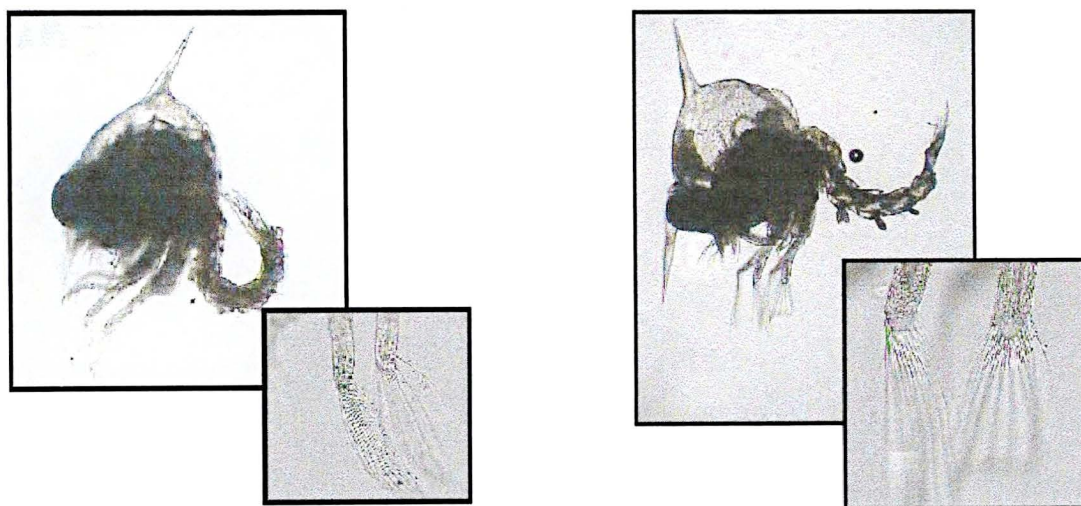


Figura 20. Estádios larvais de *U. cordatus*. Zoea IV e zoea V. Detalhe do 2º maxilípede.

Uma questão que surgiu após o cultivo piloto foi encontrar o momento ideal para a introdução de náuplios de artêmia na dieta das larvas. Para os cultivos experimentais, decidiu-se pela introdução tardia, somente após zoea V (Figura 20), quando a larva teria melhores condições de capturar o alimento. Também porque, logo que as larvas de caranguejo mudassem para megalopa, as artêmias remanescentes seriam eliminadas.

O estágio de zoea VI (Figura 21), foi o último e mais longo dos estádios de zoea. Ao final desse estágio, quando parte das larvas já havia mudado para megalopa, foi registrada uma considerável queda no número de zoea VI nos tanques. Postulou-se que essa queda pudesse ser explicada por um aumento da demanda metabólica no momento da passagem de zoea para megalopa (Pestana & Ostrensky, 1995). As larvas que não se encontrassem nesse momento em condições ideais, não conseguiriam realizar essa metamorfose e morreriam.

Porém, essa queda também poderia ser devida à tendência ao canibalismo do estágio de megalopa. Observou-se que a megalopa era capaz de predação não somente a artêmia, como também capturar larvas de zoea VI.

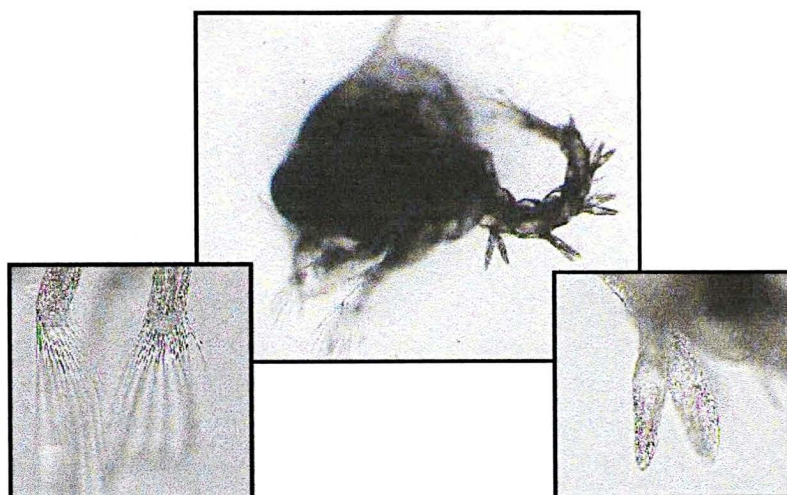


Figura 21. *U. cordatus*. Estádio de zoea VI. Detalhe dos maxilípedes e dos pleópodos mais desenvolvidos.

O último estágio larval ou megalopa começou a aparecer nos tanques no 15º dia do início do cultivo (Figura 22). As larvas tornavam-se, então, muito mais rápidas, ágeis e vorazes. Nesta fase do cultivo, as artêmias remanescentes nos tanques foram completamente predadas juntamente com uma certa quantidade de larvas que se encontravam em estádios mais atrasados.



Figura 22. *U. cordatus*. Estádio de megalopa.

Apesar da voracidade carnívora do estágio de megalopa, as larvas também se alimentavam de microalgas. Isso foi confirmado em análises microscópicas do hepatopâncreas e do cordão fecal.

O estágio de megalopa

Ao se chegar à discussão do último estágio larval, um importante aspecto dos estudos realizados precisa ser realçado. Rodrigues & Hebling (1989) observaram, em seu experimento, que cerca de 95% das larvas seguiram um desenvolvimento larval tido como padrão para a espécie, com as larvas zoea VI dando origem ao estágio de megalopa. Porém, os pesquisadores encontraram alguns raros casos de surgimento de uma variante de megalopa, que derivava diretamente a partir do estágio de zoea V. Os autores decidiram diferenciá-las através da aplicação do sufixo "I" e "II". Apesar disso, de acordo com as descrições de Rodrigues & Hebling, o estágio de megalopa é único para o *U. cordatus*, e os termos "megalopa I" e "megalopa II" utilizados pelos autores não têm a intenção de descrever sub-estádios sucessivos do estágio de megalopa.

A partir das observações feitas nos cultivos experimentais descritos neste trabalho, no entanto, foi possível distinguir dois comportamentos distintos dentro do estágio de megalopa. Logo após a ecdise, a larva continuou se comportando de forma semelhante a zoea VI, quanto aos requerimentos de salinidade e oxigenação da água. Nessa fase menos avançada do estágio de megalopa, ao contrário do que ocorre mais tarde, a larva é incapaz de se locomover sobre superfícies secas.

Três dias após a última metamorfose, a larva começa a caminhar sobre superfícies secas e já é capaz de perfurar tocas no sedimento úmido. Também passa a resistir a um espectro de salinidades, compreendido entre zero e 35 (ver Capítulo V "Influência da salinidade sobre as taxas de sobrevivência e sobre o desenvolvimento larval de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)").

Apesar de ser ligeiramente maior e possuir um exoesqueleto mais melanizado, algumas tentativas de diferenciação, através de contagem e avaliação de apêndices e cerdas, falharam em caracterizar morfologicamente as duas fases como estádios distintos de megalopa.

Dessa maneira, por motivos diferentes dos de Rodrigues & Hebling (1989), procurou-se caracterizar essas duas fases seqüenciais de comportamento do estágio de megalopa, que para efeitos de larvicultura e de repovoamento são estrategicamente distintas. Nesse caso, optou-se por referir a fase inicial como megalopa *i* e a fase final como megalopa *f*.

Apesar de que, a partir do final do estágio de megalopa, o caranguejo será cada vez mais resistente às características abióticas dos manguezais (Shiota, 1993), não é interessante, sob o ponto de vista do programa de repovoamento, que o cultivo se estenda além da fase larval, pois:

1. A partir do estágio de megalopa, a larva passa a demandar do ambiente circundante algumas características ecológicas que seriam de simulação impraticável em uma situação de cultivo em larga escala.
2. É logisticamente importante que as larvas liberadas no local escolhido tenham uma certa capacidade de dispersão, característica do estágio larval de megalopa, mas não da fase juvenil de crab I.

As larvas produzidas nos três ciclos de produção foram transportadas de acordo com a metodologia clássica para transporte de larvas de camarão marinho (Olin & Fast, 1992), para a área-alvo do programa de repovoamento e liberadas na água, em pontos estratégicos do manguezal. O efeito da liberação das larvas sobre o habitat e sobre as comunidades envolvidas esta sendo monitorado por pesquisadores da UFRJ.

4.6 CONCLUSÕES

1. Foi possível produzir grandes quantidades de larvas de caranguejo-uçá, *U. cordatus* utilizando metodologias clássicas de larvicultura de camarões marinhos.
2. No *U. cordatus*, as eclosões começam a ocorrer cerca de dois dias antes da lua cheia e a lua nova e até dois dias após esses eventos.
3. As fêmeas ovígeras devem ser coletadas dos manguezais e transferidas para os tanques de desova apenas alguns dias antes das eclosões previstas, de forma a minimizar o estresse pela permanência dessas fêmeas no laboratório.
4. O método de larvicultura de Fujinaga se mostrou mais adequado no manejo inicial dos cultivos, quando comparado com o método de Galveston, produzindo números superiores de larvas viáveis no estágio de zoea I, o que refletiu em uma maior produção final. Por isso, recomenda-se que a larvicultura do *U. cordatus* deva realizar-se no mesmo tanque, desde a eclosão até o momento do transporte final das larvas.
5. A concentração algal na água dos tanques deve ser mantida de tal maneira que a transparência seja mantida em cerca de 40 cm.
6. A introdução de náuplios de artêmia na alimentação da larva deve ser feita a partir de zoea VI, para servir como suplemento alimentar no auxílio à última metamorfose da fase larval, porém a introdução precoce deve ser evitada de forma que os náuplios de artêmia não sobrevivam a predação.
7. As larvas devem ser liberadas na área alvo no momento que pelo menos 80% delas tenham atingido o estágio de megalopa f.
8. A metamorfose do estágio de megalopa para o estágio de crab I é estimulada pela presença de fatores ambientais presentes no sedimento do manguezal.
9. Um maior esforço metodológico na adaptação e no desenvolvimento de uma tecnologia específica para a larvicultura de *U. cordatus* deve continuar a ser feito, objetivando uma

melhor eficiência dos métodos de larvicultura e obtenção de melhores taxas de sobrevivência.

10. Itens como tanque redondo ou retangular, aeração forte ou fraca, fluxo de corrente forte ou difusa, não tiveram efeito sobre a taxa final de sobrevivência.

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ako, H. 1995. Algae in the aquaculture of marine fishes and shrimp. In: *Proceedings of PACON International on sustainable Aquaculture*, 95.Honolulu, June/95. Pp.7-14.

Ali, K. H. 1995. A new, simple system of penaeid larval rearing. In: *VI Meeting on shrimp production*.

Anger, K. 1991. Effects of temperature and salinity on the larval development of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (Decapoda: Grapsidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 72. Pp.103-110.

Barbieri, R. C. & A. Ostrensky. 2001. *Camarões marinhos: reprodução, maturação e larvicultura*. Ed. Aprenda fácil. Viçosa, MG. 189 p.

Baticados M. C. L. 1988. Control of luminous bacterial infection in prawn hatcheries. *SEAFDEC Asian Aquaculture*. Vol.10. P. 9.

Boyd, C. 1997. Pond bottom Soil and water Quality Management for Pond. American Soy Association. Auburn, AL, 55p.

Boyd, E. C. & A. W. Fast. 1992. Pond Monitoring and Management. *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices*. P. 503. Arlo W. Fast and James Lester, editors. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. 862 p.

Brock, J. A. & K. L. Main. 1994. A Guide to the Common Problems and Diseases of Cultured *Penaeus vannamei*. The Oceanic Institute. Makapuu Point. HI. 241 p.

Cook, H. L. & M. A. Murphy. 1969. The culture of larval penaeid shrimp. *Transactions of the American Fisheries Society*. Vol. 4 (98). Pp. 751-754.

Cerqueira, V. R., J. Araújo, N. L. Noll, C. G. Teixeira. 1997. Cultivo do robalo, *Centropomus* sp.: reprodução, nutrição e produção de alevinos. Relatório de projeto. Fundação Banco do Brasil (FBB). Florianópolis, UFSC. 100p.

Criales, M.M. & K. Anger. 1986. Experimental studies on the larval development of the shrimps *Crangon crangon* and *C. allmani*. Hel-goländer wiss. Meeresunters. Vol. 40. Pp. 241-265.

Freire, A. S. 1998. Dispersão larval do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L.1763) em manguezais da Baía de Paranaguá, Paraná. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

Fujinaga, M., Kitaka, K. 1967. The large scale production of the young kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate. Inf. bull. planktol. Japan (commemoration Vol., Dr. Matsue's 60th Birthday). Pp. 35-46.

Goes, P., F. D. F. Sampaio, T. M. S. Carmo, G. S. Tôso, M. S. Leal. 2000. Comportamento e período reprodutivos do caranguejo do mangue. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO. Vol V. Vitória, ES. Vol 2. Pp. 335-345.

Guerrelhas, A.C. 1997. Seed production of *Penaeus vannamei* in Brazil. In Simposio Centroamericano de Aquicultura, IV, Tegucigalpa – Honduras, 1997. Anais. Pp. 152-153.

Hagiwara, A. 1989. Recent studies on the rotifer *Brachionus plicatilis* as a live food for the larval rearing of marine fish. La mer. Vol. 27. Pp. 116-121.

Hino, A. 1993. Present culture systems of the rotifer *Brachionus plicatilis* and the function of micro-organisms. In: C. S. Lee, M. S. Su and I. C. Liao (eds). Finfish Hatchery in Asia: Proc. Finfish. Hatchery in Asia, 91. TML Conf. Tungkang Marine Lab., Taiwan Fisheries Research Inst., Tungkang, Pintung, Taiwan. Vol. 3. Pp. 51-59

Jory, D. E. 1997. Penaeid shrimp hatcheries: Part 3, Larval rearing. Aquacult.-MAG. Vol. 23 (1). Pp. 67-75.

Leger, F. & P. Sorgeloos. 1992. Optimized Feeding Regimes in Shrimp Hatcheries. Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Arlo W. Fast and James Lester, editors. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. 862p.

Lightner, D. 1996. A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.

Marchiori, M. A. & D. Centenaro. 1989. Larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis*: um sistema integrado de produção de *Tetraselmis tetrathele* e *Brachionus plicatilis*. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO MARINHO. João Pessoa, PB. Pp. 503-516.

Marchiori, M. A. 1997. Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Ed. da Furg. Rio Grande, RS. 79p.

Nascimento, S. A. 1993. Biologia do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*). Aracaju: Adema.

Nunes, A. G. A. 1998. Os argonautas do mangue: uma etnografia visual dos caranguejeiros do município de Vitória, ES. Dissertação de mestrado. Instituto de artes, Universidade de Campinas. 43 p.

O' Connor, N. J. & A. S. Gregg. 1998. Influence of potential habitat cues on duration of the megalopal stage of the fiddler crab *Uca pugnax*. JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY. Vol.18 (4). Pp. 700-709.

Olin, P. G. & A. W. Fast. 1992. Penaeid PL Harvest, Transport, Acclimation and Stocking. Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Arlo W. Fast and James Lester, editors. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. 862 p.

Othman, M. F. 1991. Some observation on the ecology and larval culture aspects of the banana shrimp (*Penaeus merguensis*/*P. indicus*). Fish.Bull.Dep.Fish.Malays.Buletin. Malaysia. Department of Fisheries. Vol. 72. P. 17.

Pestana, D. & A. Ostrensky. 1995. Occurrence of an alternative pathway in the larval development of the crab *Chasmagnathus granulata* (Dana, 1851), under laboratory conditions. Hydrobiology. Vol. 306. Pp. 33-40.

Rodrigues, M. S. & N. J. Hebling. 1989. Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. Revista Brasileira de Zoologia. Curitiba. Vol .6 (1). Pp.147-166.

Shiota, K. 1993. Relationship between annual catch fluctuations and reproduction in the swimming crab. Hiuchi Nada, Seto Inland Sea. NIPPON-SUISAN-GAKAISHI-BULL.

Smith, L. L., J. M. Biedenbach, A. L. Lawrence. 1992. Penaeid Larviculture: Galveston Method. Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Arlo W. Fast and James Lester, editors. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. 862 p. P. 171.

Smith, L. L., T. M. Samocha, J. M. Biedenbach, E. L. Lawrence. 1992. Use of One-Liter Imhoff cones in Larviculture Production. Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Arlo W. Fast and James Lester, editors. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. 862 p. P. 297.

5 INFLUÊNCIA DA SALINIDADE SOBRE AS TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA E SOBRE O DESENVOLVIMENTO LARVAL DE *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763)

RESUMO

As larvas de caranguejo são susceptíveis às variações de salinidade do meio, sendo este fator determinante para a sua sobrevivência, dispersão e distribuição no ambiente natural. Portanto, o conhecimento dos limites de tolerância de *Ucides cordatus* à salinidade é o primeiro passo para o estabelecimento das bases para uma tecnologia de larvicultura desenvolvida para essa espécie. O objetivo dos experimentos realizados foi determinar qual a salinidade recomendável durante o cultivo larval e em que estágio as larvas de *U. cordatus* tornam-se resistentes à salinidade zero. As taxas de sobrevivência larvais foram analisadas através de diferentes testes de salinidade. As unidades experimentais consistiram em beakers de 500 ml de capacidade. Em cada estrutura experimental havia uma série de frascos, contendo água em salinidades variando de zero a 35 ppmil, com incrementos de 5 ppmil entre si. A alimentação das larvas consistiu em microalga *Tetrasselmis* sp, na concentração aproximada de 30 mil células/ml, de rotífero *Brachionus plicatilis*, 20 indivíduos/ml e artêmia, 3 indivíduos/ml. Os frascos eram aerados através de uma pedra porosa instalada no seu fundo e o fluxo de ar controlado por registro. Analisou-se a sobrevivência inicial durante a primeira hora e, posteriormente, a cada 12 horas, por períodos de 36 a 96 horas. Os resultados dos testes iniciais revelaram que a salinidade zero foi letal para todos os estágios de zoea. As taxas de sobrevivência cresceram à medida que se aumentou a salinidade nos frascos, atingindo uma sobrevivência máxima no tratamento experimental de 25 ppmil salinidade. A partir desse ponto, as taxas de sobrevivência declinaram novamente. Para determinar em que estágio as larvas sobreviveriam à salinidade zero, 100 larvas de cada estágio larval foram transferidas para frascos com água a zero de salinidade e o tempo de sobrevivência nessas condições foi registrado. A salinidade zero foi letal para todos os estágios larvais, de zoea I ao início do estágio de megalopa (megalopa I), em menos de uma hora, com exceção da fase final do estágio de megalopa (megalopa f), que diferiu significativamente das demais estágios, resistindo à salinidade zero, até o final do teste. A salinidade ideal na larvicultura em larga escala de *U. cordatus* foi estimada em 25 ppmil.

Influence of salinity on survival rates and larval development of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)

Abstract

The crab larvae is sensitive to salinity variations, and it is known that this factor is very important in its dispersion, recruitment and even survival. Therefore, the determination of the salinity requirements for the larvae is the first logical step aiming the development of a methodology for larviculture of the edible mangrove crab *Ucides cordatus*. The objectives of the experiments realized was not only to determine the most favorable salinity, but also which larval stage would resist to fresh water. The survival rates of the larvae submitted to different salinities were analyzed. The experimental units consisted of beakers of 500 ml of capacity. On each structure, a series of flasks, containing water in different dilutions, ranging from zero to 35 ppt, with increments of 5 points of salinity between them. The larvae were fed with *Tetraselmis* sp, in approximate concentration of 30 cells/ml, with rotifer *Brachionus plicatilis*, at 20 individual/ml and freshly hatched nauplii of artemia, at 3 individual/ml. The flasks were aerated through airline with stones installed at its bottom and the air flow controlled by a individual valve. The initial survival were analyzed after the first hour and later on every 12 hours, for periods extending from 36 hours until 96 hours. The results revealed that fresh water was lethal to all zoeal stages. The survival rates increased proportionally with salinities, reaching its maximum in the 25 ppt salinity experimental unity flask. From this point on, the survival rates tend to decline. To determine which larval stage the larvae become resistant to salinity zero, 100 larvae of all stages were transferred daily to beakers containing fresh water. The period of survival were registered. Salinity zero was confirmed to be lethal to all zoeal stages. The megalopae stage, however, shows two distinct behavioral responses. Initially, right after the ecdysis, the larvae still susceptible to fresh water (megalopae *i*) but, a few days later, in a more advanced moment of same stage, the larvae becomes resistant to a large range of salinity, which goes from zero to 35 ppt (megalopa *f*). The ideal salinity for larviculture of *U. cordatus* was estimated in 25 ppt and the megalopae *f* is the first stage to resist fresh water, therefore it is the correct developmental stage to be released in the natural habitat.

5.1 INTRODUÇÃO

De março a maio de 2001, foi realizado um trabalho inédito de produção de larvas de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, para fins de repovoamento da área da Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, afetada por um derramamento de óleo, durante acidente na refinaria Duque de Caxias. Nesse período, foram produzidos e liberados no ambiente cerca de dois milhões de larvas de *U. cordatus*.

No processo produtivo das larvas de caranguejo, a questão mais crítica é a baixa taxa final de sobrevivência durante a larvicultura. Várias alternativas metodológicas foram testadas em relação aos procedimentos de manejo com o intuito de aumentar a sobrevivência larval, sem lograr a obtenção de resultados concretos.

Durante os cultivos, observou-se que ocorriam mortalidades diárias de baixa intensidade, porém que afetavam a sobrevivência larval de forma contínua. Diariamente, em média, era quantificada uma queda da ordem de 1 % no número de larvas nos tanques. Observou-se ainda a ocorrência de episódios de alta mortalidade, que tipicamente se repetiram quando as larvas se encontravam entre os estádios de zoea II e zoea III, o que provocava perdas de mais de 70% do plantel cultivado.

Enquanto a mortalidade constante era esperada e provavelmente apenas refletisse a intervenção seletiva das condições ambientais desfavoráveis sobre as larvas de menor vigor genotípico (Cross, 1999; Den-Boer, 1999; Allendorf & Ryman, 1987), esses episódios de elevada mortalidade, ocorridas entre os estádios zoea II e zoea III, não podem ser aceitos como naturais e passaram a ser alvo de investigação. Entre os fatores que poderiam contribuir com o estresse ambiental e, por consequência, com o agravamento das condições de sobrevivência larval, estava a salinidade (Su, 1994).

A salinidade é um fator de grande importância no ciclo vital do “caranguejo-uçá”. Apesar dos exemplares adultos preferirem salinidades variando entre 25 a 30 (Nakamura, 1979), de uma forma geral são bastante resistentes às variações de salinidade, pois de outra forma não sobreviveriam em um ambiente tão variável como são os manguezais (Queiroz, 1992; Costa, 1979).

Vários detalhes de sua anatomo-fisiologia aumentam a capacidade de adaptação ambiental de *U. cordatus*. Assim como ocorre com outros caranguejos da infraordem Brachyura, a qual pertence, os exemplares adultos de *U. cordatus* são osmoreguladores, isto é, apresentam uma hemolinfa hiperosmótica em relação ao meio, quando imersos em ambientes de baixa salinidade e hiposmótica, quando a salinidade do meio externo é alta. A hemolinfa, nesse caso funciona como uma barreira reguladora entre a pressão osmótica intracelular e a da água do

mar. Em locais de baixa salinidade, o caranguejo produz grandes quantidades de urina hiposmótica, retendo íons em sua hemolinfa.

Porém essa capacidade de adaptação da maioria das espécies marinhas as variações da salinidade é afetada diretamente pela temperatura ambiental, decaindo em função de temperaturas mais baixas (McLusky, 1973).

As trocas gasosas e iônicas, na maioria das espécies marinhas ocorrem através das brânquias. A câmara branquial semicerrada, uma característica dos caranguejos braquíuros, protege as brânquias do ressecamento e do contato com súbitas variações do meio externo (Barnes, 1996; Bond-buckup *et al.*, 1991; Arudpragasam, 1966).

A todos os fatores bióticos citados anteriormente somados ao fato de que a salinidade das tocas varia menos intensamente que no ambiente externo, capacitam o caranguejo adulto a lidar mais facilmente com esta variável (Sakamura, 1979).

Porém, as relações das fases larvais com a salinidade são mais complexas. Como ocorre com as fêmeas da maioria dos crustáceos decápodes, que depositam suas larvas na água, para que as correntes marinhas auxiliem na dispersão larval (Barnes, 1996; Haywood, 1993; Barans *et al.*, 1995; Sasekumar, 1992), as fêmeas de *U. Cordatus* sincronizam a eclosão com os períodos em que o manguezal é inundado pela ação das marés de lua cheia e lua nova. O movimento das águas vazantes, nesse caso, carrega as larvas para as águas mais profundas dos estuários (Moser & Macintosh, 2001; Gove & Paula, 2000; Goes, 1999; Freire, 1998).

Durante o seu desenvolvimento, as larvas de caranguejo se dispersam na coluna d'água, em áreas do estuário onde a salinidade, apesar de ser mais alta, raramente atinge os mesmos níveis encontrados em zonas tipicamente marinhas (Young, 1995). Ao final dessa fase, essas larvas retornam para os manguezais (Forward, 1995; Tankersley, 1995; Anger, 1994; DeVries, 1994).

O ciclo das marés freqüentemente produz variações na salinidade dos rios que entremeiam os manguezais, cuja amplitude pode variar de 0,5 a 35 em poucas horas (Chaves, 2000; Frusher, 1994; Le Reste, 1992). Durante as estações chuvosas do ano, o aporte de água doce pode dominar o ambiente por vários dias ou até semanas (Nascimento, 1993; Zimmerman *et al.*, 1990; Guelorget & Perthuisot, 1983; Costa, 1979).

Seria de se esperar que as larvas depositadas em locais como esse fossem capazes de resistir a um largo espectro de salinidade.

Entretanto, as larvas de organismos marinhos, de uma forma geral, possuem uma capacidade de osmoregulação muito menor que os exemplares adultos, fato que limita a sua distribuição em direção a áreas estuarinas de menor salinidade (Levi & Bridges, 1995). No caso das larvas de caranguejo, em particular, a maior sensibilidade em relação a salinidades reduzidas é um fator determinante na sobrevivência, dispersão e distribuição larval no meio e

responsável direto pela taxa de recrutamento (O' Connor & Epifanio, 1985; Menon, *et al.* 2000). Apesar de existirem poucas informações disponíveis acerca das salinidades ideais, especificamente para o caso do *U. cordatus*, essa espécie provavelmente não seja uma exceção.

Mesmo uma pequena diferença entre a salinidade ideal para uma larva e a salinidade do local onde se encontra, pode provocar intensos gastos energéticos. A necessidade de bombear íons contra o gradiente pode ser tão intensa que funções vitais como a própria ecdise podem ser afetadas (Villarreal *et al.* 1994). Em desvios de salinidades críticos, a própria homeostase pode ser comprometida causando a morte da larva (Chen, 1994).

No presente estudo, a metodologia utilizada para a realização das larviculturas de caranguejos foi adaptada a partir de técnicas desenvolvidas originalmente para o cultivo de camarões marinhos. No caso dos camarões, como as larvas se desenvolvem em águas oceânicas, a salinidade dos tanques de larvicultura é mantida constante em cerca de 35 (Barbieri & Ostrensky, 2001; Bray and Laurence, 1992; Othman, 1991). Porém, nesse ponto, a biologia larval do caranguejo-uçá difere bastante daquela dos camarões.

Portanto, poder-se-ia supor que a salinidade da água dos cultivos, que foi mantida desde o início nas mesmas condições salinas (35) que as utilizadas nas larviculturas de camarões, estivesse deslocada em relação à faixa de conforto dos estádios iniciais das larvas de caranguejo, o que teria contribuído para aumentar o estresse ambiental e diminuir as taxas parciais e finais de sobrevivência.

5.2 HIPÓTESES TESTADAS

1. Os estádios larvais de *U. cordatus* apresentam mesmo grau de tolerância a gradientes de salinidade.
2. A capacidade das larvas de se adaptarem a ambientes com salinidade zero não se altera ao longo do desenvolvimento larval.
3. As larvas apresentam as mesmas taxas de sobrevivência em ambientes com variações abruptas ou graduais de salinidade.

5.3 OBJETIVO

Avaliar as taxas de sobrevivência e o desenvolvimento larval de *U. cordatus* em diferentes salinidades, buscando determinar a salinidade mais adequada para a realização de larviculturas e também definir a partir de qual estágio larval a espécie consegue se adaptar à salinidade zero.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

Durante a realização dos cultivos experimentais em larga escala de larvas de *U. cordatus*, foram desenvolvidos testes que envolviam a avaliação das taxas de sobrevivência e o comportamento das larvas com relação às variações de salinidade.

Nesses testes foram realizadas as seguintes investigações:

1. Avaliação dos graus de tolerância à variação de salinidade nos diferentes estádios larvais.
2. Análise microscópica de larvas expostas por longos períodos a diferentes salinidades.
3. Avaliação das taxas de sobrevivência de larvas no estágio de zoea I submetidas a alterações graduais de salinidade.
4. Avaliação da tolerância das larvas, em diferentes estádios de desenvolvimento, à salinidade zero.

O laboratório, situado na região de São Mateus, Espírito Santo, era abastecido com água doce e água marinha, filtrada e desinfetada. O método de higienização da água consistia na filtragem em malha de 200 μ m seguido de desinfecção com 10 ppm de Hipoclorito de Sódio a 20 % e neutralização com 2 ppm de tiosulfato de Sódio.

O laboratório também era dotado de sistema de aeração, de forma que todas as unidades experimentais contavam com aeração individual através de pedras porosas adaptadas no fundo de cada frasco. Esta estrutura básica esteve presente em todos os experimentos.

Porém, o limitado número de bicos de saída de ar restringia as quantidades de testes passíveis de serem realizados simultaneamente. Desta forma, foram testadas até 12 salinidades experimentais diferentes, ao mesmo tempo, abandonando-se o clássico desenho experimental composto de três réplicas simultâneas, em favor de uma maior linearidade dos resultados. Neste caso, o teste todo era repetido para validação dos resultados.

As larvas eram provenientes de fêmeas ovígeras acondicionadas em tanques de eclosão, onde a água foi mantida a 35 de salinidade. Após a eclosão, as larvas foram cultivadas em tanques de larvicultura com água nessa mesma salinidade (ver capítulo IV: "Métodos para Larvicultura de *Ucides cordatus* (Linnaeus 1763)"). Para cada teste, eram retiradas amostras dessas larvas diretamente dos tanques de larvicultura, de tal maneira que os testes ocorriam paralelamente aos cultivos.

5.4.1 GRAUS DE TOLERÂNCIA À VARIAÇÃO DE SALINIDADE NOS DIFERENTES ESTÁDIOS LARVAIS.

Durante o primeiro cultivo experimental em grande escala, foram executados três testes de tolerância às variações de salinidade, de acordo com os estudos específicos sugeridos por McLusky (1973), cada um enfocando o comportamento de uma determinada etapa do desenvolvimento larval. No primeiro teste foram analisados os estádios de zoea I até zoea III (ZI a ZIII). No segundo, os estádios de zoea III a zoea VI (ZIII a ZVI) e no terceiro, de zoea VI a megalopa (ZVI a megalopa). Durante o segundo cultivo experimental, os testes acima mencionados foram repetidos, utilizando a mesma metodologia.

Em uma sala aclimatada do laboratório de larvicultura, diversos modelos experimentais foram desenvolvidos. Para cada modelo, conjuntos de oito frascos plásticos transparentes de 500 ml foram montados em estantes com aeração independente, preenchidos com mistura de água doce de salinidade zero, proveniente de um poço semi-artesiano, e água do mar, com salinidade de 35 (Figura 23).

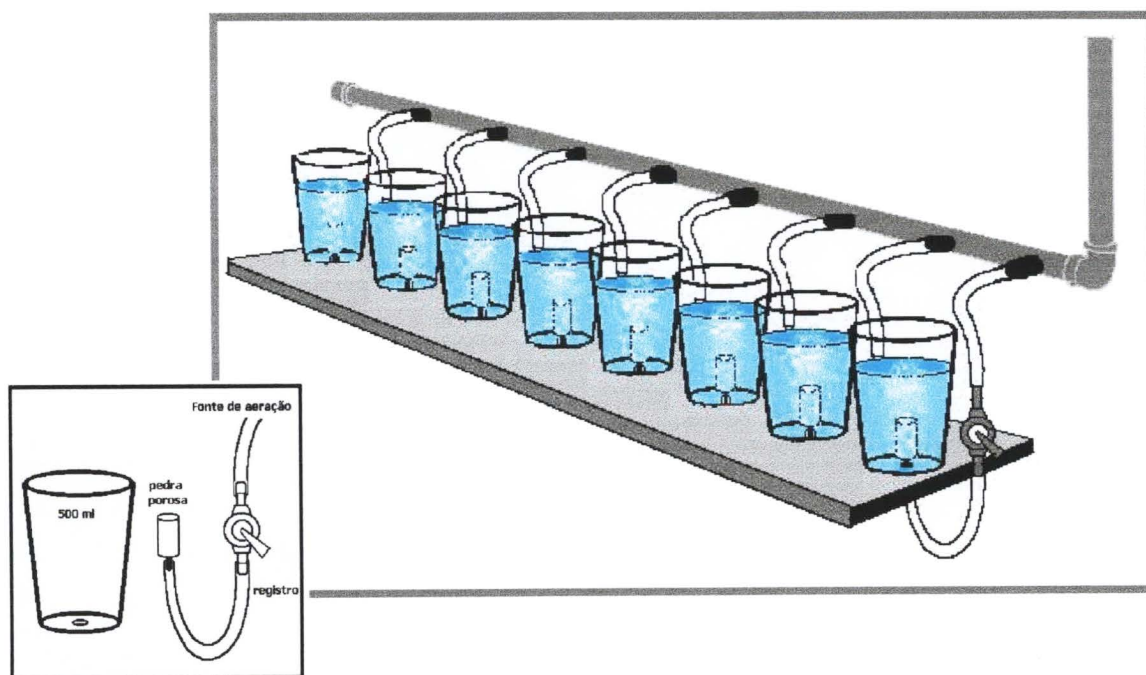


Figura 23. Modelos experimentais para os testes com salinidades variadas. Detalhe do frasco individual com aeração individualizada.

O preparo de cada solução-teste obedeceu a um padrão de mistura, de modo a produzir soluções de salinidades crescentes a partir de zero, com incrementos de 5, até que o último frasco apresentasse uma leitura de salinidade de 35. Cada frasco contava com uma pedra de aeração, conectada a uma fonte de aeração forçada através de um registro individual (Figura 23).

A mesma concentração e o mesmo tipo de alimento para cada fase do cultivo era adicionado nos frascos, procurando reproduzir o ambiente existente nos tanques cultivos experimentais. Diariamente, a água dos frascos era renovada, através de sifonagem, em 90 % com a mesma concentração salina original. Padronizou-se o número mínimo de 100 larvas por unidade experimental.

5.4.2 ANÁLISE MICROSCÓPICA DE LARVAS EXPOSTAS POR LONGOS PERÍODOS A DIFERENTES SALINIDADES

O objetivo desse teste foi analisar o efeito da exposição das larvas a salinidades diferentes daquela considerada fisiologicamente ideal, sobre o seu condicionamento físico. As larvas sobreviventes ao 1º teste de tolerância à variação de salinidade foram examinadas ao microscópio óptico LEITZ, para determinação de sua condição geral, seguindo o método de análise de condição larval usado para larvicultura de camarão marinho (Dobkin, 1970). Dez itens foram observados, de acordo com os critérios apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Critérios para estabelecimento dos escores através da análise das características das larvas sobreviventes.

Critérios	excessivo	moderado	pouco	ausente
Matéria orgânica aderida	0,000	0,333	0,666	1,000
Lesões no espinho dorsal	0,000	0,333	0,666	1,000
Carga de epibiontes	0,000	0,333	0,666	1,000
Aparência do exoesqueleto	0,000	0,333	0,666	1,000
Focos de melanização	0,000	0,333	0,666	1,000
Lesões no espinho rostral	0,000	0,333	0,666	1,000
Falta de apêndices	0,000	0,333	0,666	1,000
Cordão fecal	1,000	0,666	0,333	0,000
Reserva de lipídeos	1,000	0,666	0,333	0,000
Atividade	1,000	0,666	0,333	0,000

5.4.3 AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA DE LARVAS NO ESTÁDIO DE ZOEIA I SUBMETIDAS A ALTERAÇÕES GRADUAIS DE SALINIDADE.

Para esse experimento, também conhecido como teste de estresse (Duran-Gomez, 1991), foram utilizadas larvas que eclodiram a partir de fêmeas mantidas em um balde com água do mar na salinidade de 25 ppmil. Após 12 horas da eclosão, quando se encontravam no estágio de zoea I, três lotes de 100 larvas cada foram retirados do balde e adicionados em 3 frascos aerados contendo água a 25 ppmil de salinidade (figura 24).

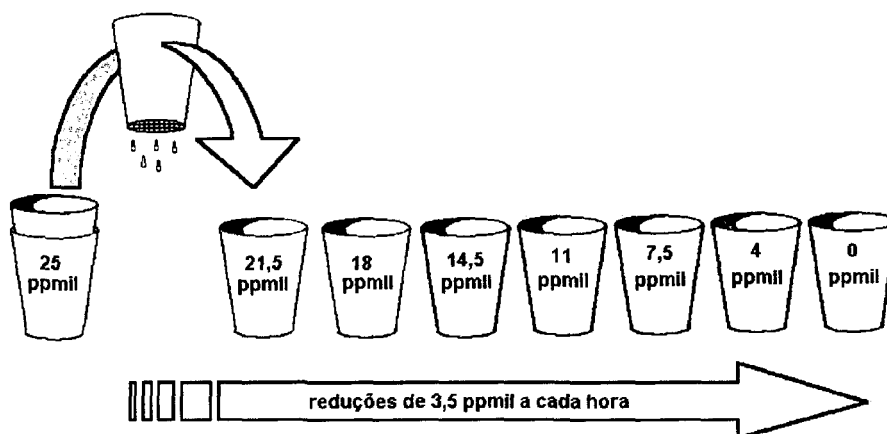


Figura 24. Representação esquemática da metodologia empregada no teste de alterações graduais de salinidade.

Após uma hora e a cada hora subsequente, as larvas eram transferidas para frascos com salinidade previamente reduzida em 3,5 ppmil, em relação ao frasco anterior. Antes de cada transferência, as larvas mortas e sobreviventes eram contadas e a sobrevivência anotada.

5.4.4 AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA DAS LARVAS, EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, À SALINIDADE ZERO.

Diariamente, 100 larvas eram retiradas dos tanques de cultivo e submetidas à salinidade zero, sem aclimação prévia. O tempo em que as larvas resistiam à água doce em que eram imersas foi observado e anotado. Durante os dois cultivos experimentais, foi possível confrontar todos os estádios larvais com a salinidade zero. Os dados resultantes ao final dos cultivos foram compilados e comparados.

5.5 RESULTADOS

5.5.1 GRAUS DE TOLERÂNCIA À VARIAÇÃO DE SALINIDADE DOS DIFERENTES ESTÁDIOS LARVAIS

Foram realizados 3 testes de tolerância às variações de salinidade, porém, apenas os resultados do primeiro teste serão descritos detalhadamente e os demais apenas de forma comparativa, Uma vez que não houve diferença significativa entre eles..

A análise dos resultados do 1º teste de tolerância à variação de salinidade (ZI a ZIII), após a primeira hora de exposição, demonstrou que as salinidades de zero, 5 e 10, foram letais para as larvas (Figura 25). Entre 11 e 14, à medida que aumentaram as salinidades, percebeu-se uma curva crescente na sobrevivência e, a partir de 15, a mortalidade aguda passou a ser negligenciável.

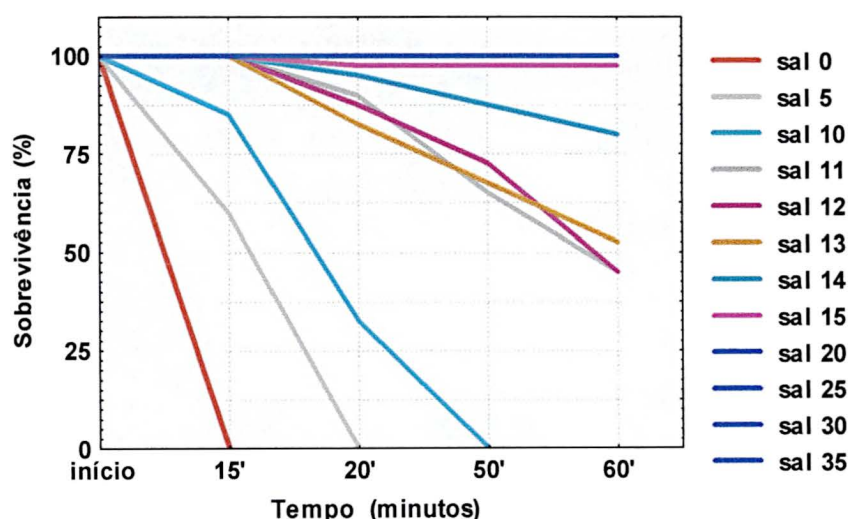


Figura 25. Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* nos estádios de zoea I a zoea III, durante a primeira hora após exposição a diferentes salinidades.

Após 36 horas o início do teste, foi possível perceber uma diferença entre salinidades testadas com relação às taxas de sobrevivência (Figura 26). Destacaram-se três grupos distintos de comportamento. Nos gradientes de salinidade entre zero e 10 ppmil, a sobrevivência de 0 % já havia sido registrada a partir da primeira hora de exposição. Entre 11 e 15 ppmil, ficou evidente um aumento gradual na taxa de sobrevivência. Entre 20 e 35 ppmil, taxas de sobrevivência foram superiores, sendo que a salinidade de 25 ppmil resultou na taxa máxima de sobrevivência.

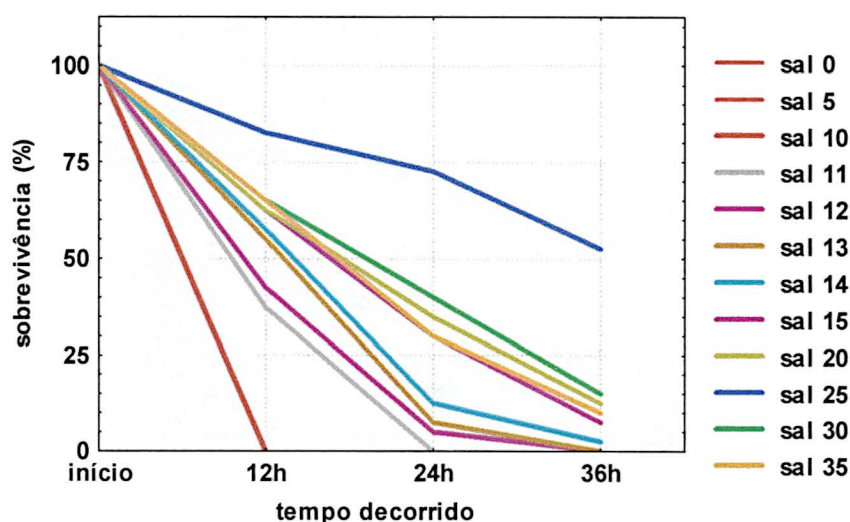


Figura 26. Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* nos estádios de zoea I a zoea III, 36 horas após exposição a diferentes salinidades.

Imediatamente após o término do primeiro teste, o procedimento experimental foi repetido para um novo lote de 100 larvas em zoea III e foi concluído quando a maioria estava em zoea VI. Os resultados obtidos nesse 2º teste de tolerância à variação de salinidade, repetiram o mesmo padrão de comportamento do 1º teste, também apontando a salinidade de 25 ppmil como a mais favorável (Figura 27). Porém, diferentemente do teste anterior, as salinidades de uma maneira geral, apresentaram taxas de sobrevivência mais altas.

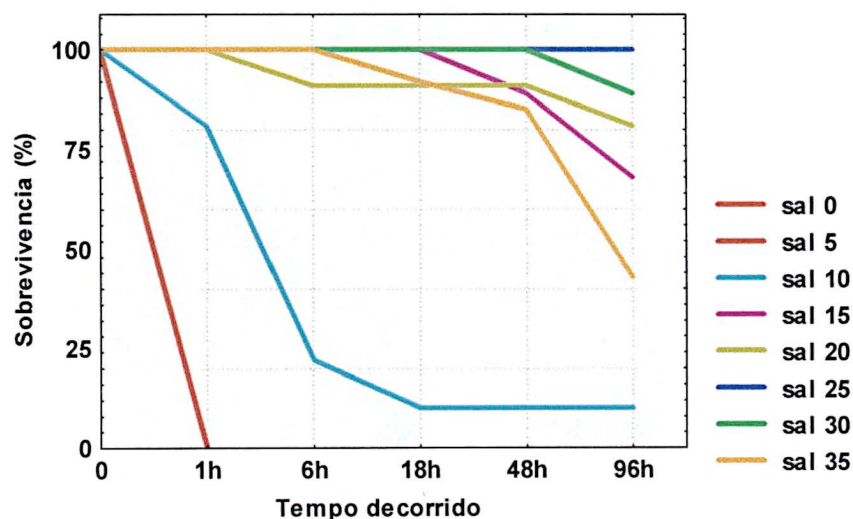


Figura 27. Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* nos estádios de zoea III a zoea VI, 96 horas após exposição a diferentes salinidades.

Os dados obtidos pelo primeiro e segundo teste foram analisados quanto à normalidade de sua distribuição. Depois de constatado que não seguiam uma distribuição normal ($p < 0,05$), os dados foram tratados através da análise de variância para dados não paramétricos de Kruskal-Wallis (Siegel, 1977).

A comparação entre os resultados das análises do primeiro e do segundo teste permite constatar que, tanto para os estádios larvais iniciais quanto para os intermediários, houve uma tendência de aumento da taxa de sobrevivência à medida que aumenta as salinidades, com máximo a 25 ppmil, voltando a declinar a partir desse ponto (Figura 28). Essa comparação também permite perceber que a sensibilidade da larva ao fator salinidade, tende a diminuir com o desenvolvimento larval.

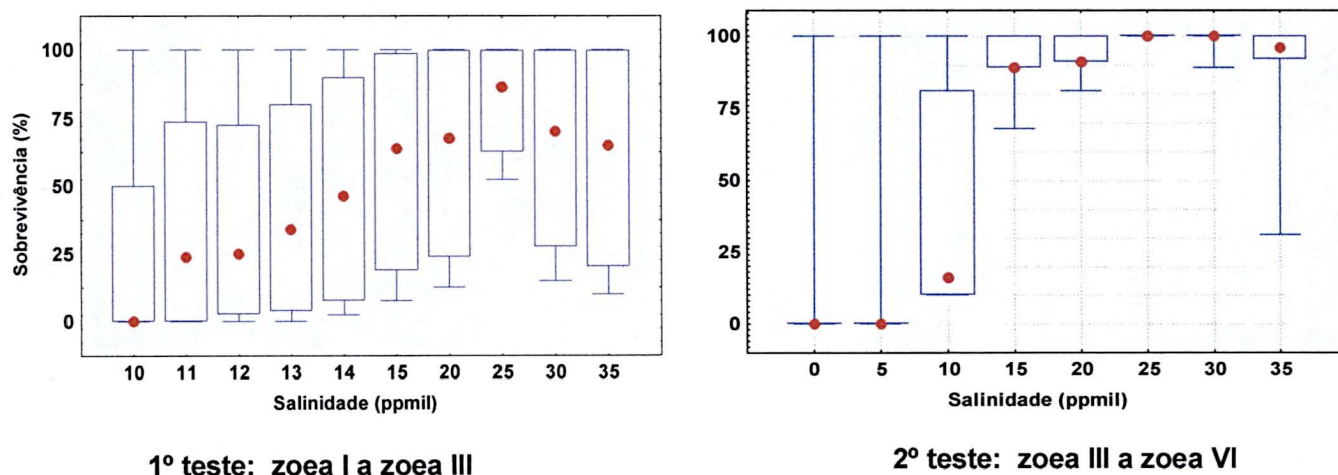


Figura 28. Comparação entre os resultados das análises estatísticas do primeiro e o segundo teste de tolerância às variações de salinidade. As linhas verticais representam os valores máximo e mínimo atingidos durante o teste para cada população de dados. As caixas agrupam de 25 a 75% dos valores e a posição da mediana, em relação aos demais dados, é representada por um ponto.

O terceiro teste procurou analisar o comportamento dos estádios de zoea VI até megalopa, e utilizou a mesma metodologia dos testes anteriores. Os resultados desse teste, no entanto, foram muito inconsistentes.

Apesar de que, para as salinidades mais baixas, as taxas de sobrevivência também foram menores, em algumas unidades experimentais na faixa entre 15 e 35 ppmil, que previamente apresentaram boa sobrevivência, nesse teste registraram sobrevivência zero (Figura 29). Outros apresentaram sobrevivência de 100% nas primeiras 48 horas, para então caírem abaixo dos demais. Em alguns frascos, não ocorreu avanço de estágio larval e em outros, algumas larvas atingiram o estágio de megalopa.

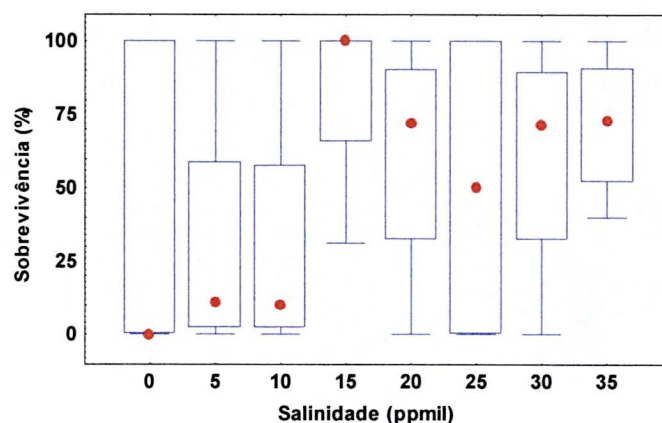


Figura 29. Análise das taxas sobrevivência de larvas de *U. cordatus*, do estágio de ZVI a megalopa, submetidas a diferentes salinidades em decorrência do tempo.

Apesar de que os resultados desse teste não parecem seguir a mesma sequência lógica dos testes anteriores, as características dos estádios larvais envolvidos nesse 3º teste (zoea VI e megalopa), como será discutido adiante, autorizam a formulação da hipótese de que essa inconsistência não tenha sido meramente acidental.

5.5.2 ANÁLISE MICROSCÓPICA DE LARVAS EXPOSTAS POR LONGOS PERÍODOS A DIFERENTES SALINIDADES

Os resultados da análise microscópica (Tabela 2) demonstram que o condicionamento das larvas sobreviventes, representado pelos escores obtidos de acordo com o critério adotado, foi melhor para as larvas que foram mantidas na salinidade de 25 ppmil, confirmando os resultados de outros testes. Mas demonstra principalmente que o condicionamento larval piorou proporcionalmente à medida que as salinidades se afastam dessa marca.

Tabela 2. Escores atribuídos às larvas em relação ao seu condicionamento, após exposição prolongada a cada uma das salinidades testadas.

salinidade	Larva 1	Larva 2	Larva 3	Larva 4	total	média
5	1,3	2,7	2,7	3,7	10,3	2,6
10	2,7	2,7	2,7	5,0	13,0	3,2
15	5,0	5,0	6,3	6,3	22,7	5,7
20	7,7	8,7	7,7	5,0	29,0	7,2
25	7,7	7,7	10,0	8,7	34,0	8,5
30	8,7	8,7	6,3	6,3	30,0	7,5
35	6,3	8,7	7,7	7,7	30,0	7,6

5.5.3 AVALIAÇÃO DAS TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA DE LARVAS NO ESTÁDIO DE ZOEIA I SUBMETIDAS A ALTERAÇÕES GRADUAIS DE SALINIDADE.

Não foram registradas mortalidades durante a primeira transferência de larvas, dos frascos de 25 ppmil para os frascos de 21,5 ppmil. Durante as 3 transferências realizadas entre os frascos de 21,5 a 11 ppmil, apenas 9 larvas morreram, provavelmente em função da manipulação de um frasco para outro.

Porém, uma hora após a transferência que reduziu a salinidade para 7,5 ppmil, foi observada a mortalidade de 50 larvas no primeiro frasco, 41 no segundo e 29 no terceiro, determinando uma mortalidade média de 40%. A mortalidade atingiu 100%, uma hora após a transferência para os frascos de salinidade de 4 ppmil (Figura 30).

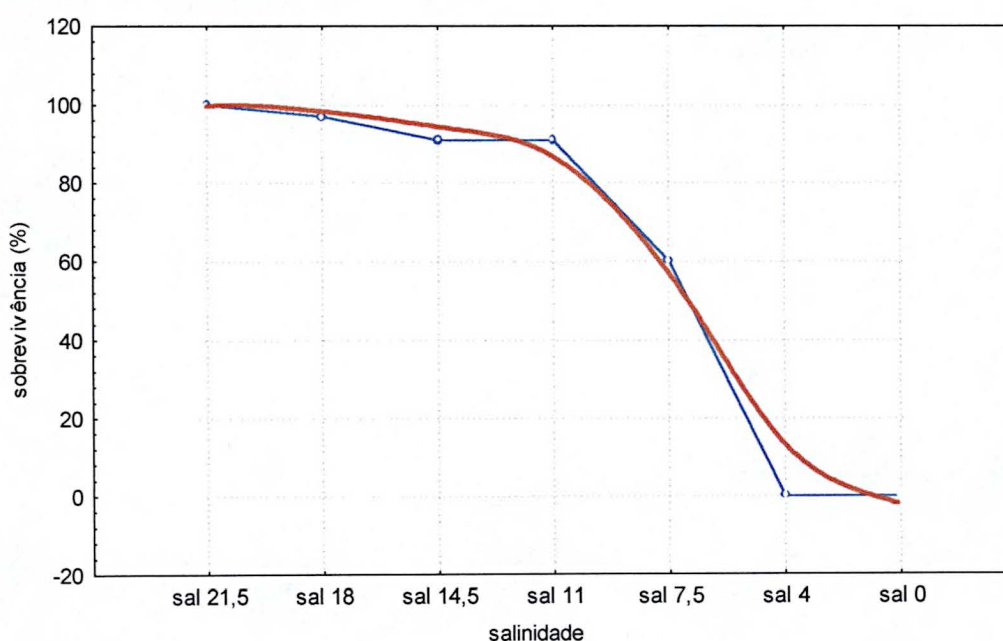


Figura 30. Curva de sobrevivência de larvas de *U. cordatus*, no estágio de zoea I, submetidas a reduções graduais na salinidade dos frascos na ordem de 3,5 ppmil por hora.

O gráfico resultante demonstra que, apesar da lenta exposição das larvas a salinidades menores, a curva de sobrevivência caiu rapidamente quando se atingiu a salinidade de 11 ppmil, e se tornou nula a partir da salinidade 4 ppmil, confirmando o que foi observado nos testes de tolerância às variações de salinidade.

5.5.4 AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA DAS LARVAS, EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, À SALINIDADE ZERO.

O resultado do teste de estresse revelou os padrões de comportamento dos diversos estádios larvais ante um choque de transferência para água de salinidade zero (Figura 31).

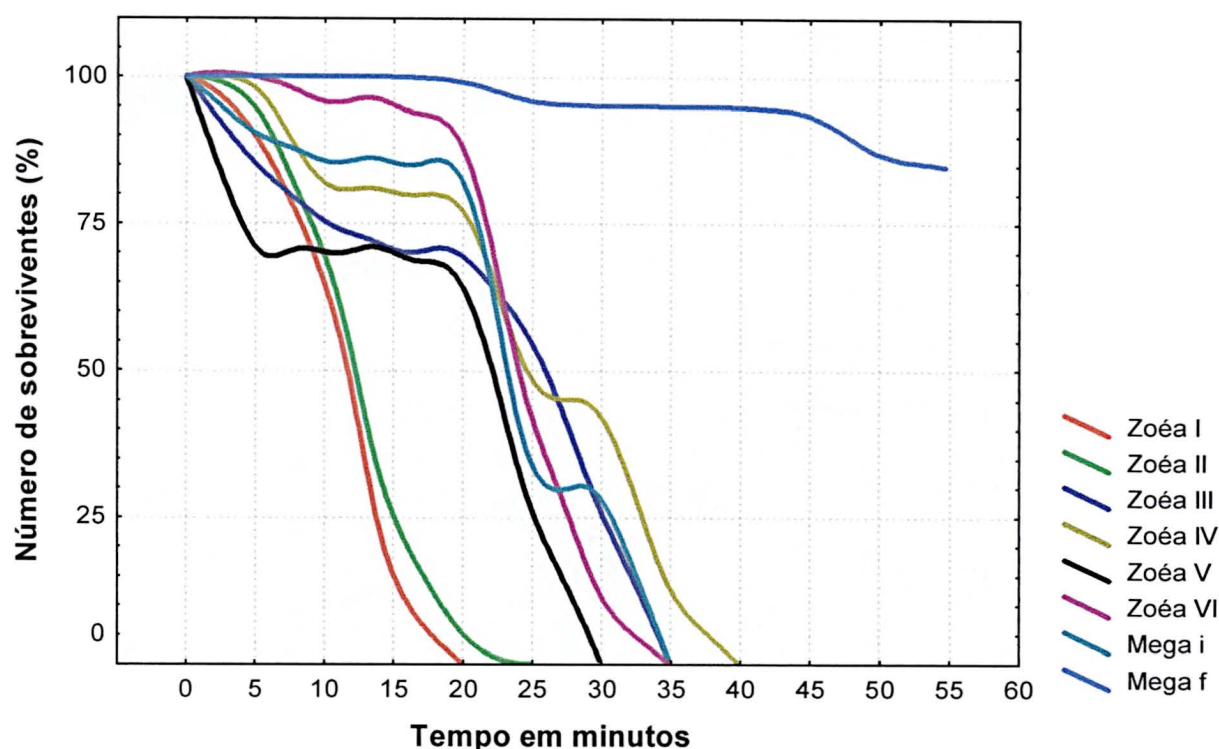


Figura 31. Sobrevivência das larvas em diferentes estádios desenvolvimento submetidas à salinidade zero.

A análise do gráfico demonstra que todos os estádios larvais são altamente susceptíveis à salinidade zero e que para essa salinidade não se observa uma tendência de aumento da resistência com o avançar dos estádios, como se esperaria. Mesmo no início do estágio de megalopa, logo após a larva sofrer a última metamorfose da fase larval, não se nota aumento significativo nas taxas de sobrevivência. Porém, somente a partir de alguns dias do surgimento desse estágio no tanque, a taxa de sobrevivência da larva se altera significativamente, e a larva se torna resistente à salinidade zero. Observou-se que o estágio de megalopa apresenta duas fases fisiologicamente distintas. Uma fase inicial quando a larva ainda é muito frágil e não resiste à salinidade zero e uma fase mais avançada, quando a larva é muito mais robusta e resiste à salinidade zero.

5.6 DISCUSSÃO

O objetivo dos experimentos com salinidade descritos neste trabalho foi o de tentar responder a questões de ordem prática, surgidas no decorrer dos cultivos experimentais em larga escala de *U. cordatus*. A principal delas seria qual a salinidade ideal para a água dos tanques de cultivo. Para esse fim, os resultados dos testes de salinidades apontam a salinidade de 25 ppmil como aquela mais favorável às demandas fisiológicas da larva. Vários autores, trabalhando com outras espécies obtiveram resultados semelhantes (Balagurunathan, 1993; Zanders, 1992; Messerknecht, 1991; Wang, 1991; Archambault, 1990; Shirley, 1989; Pasupathi, 1988; Blaszkowski, 1986; Vijayakumar, 1986; Jacobi, 1982). Porém, uma série de observações paralelas pode ser obtida a partir dos resultados desses testes.

O primeiro teste de tolerância às variações de salinidade iniciou com larvas em zoea I e terminou quando atingiram zoea III, demonstrando que as larvas nesses estádios são altamente sensíveis às variações de salinidade. A análise morfológica utilizou larvas no mesmo estágio do primeiro teste, isto é, zoea I a zoea III, e confirmou que esses estádios serão tanto mais afetados quanto mais distantes a salinidade ambiente estiver do ideal fisiológico para a espécie, refletindo inclusive no estado geral da larva.

Na natureza, as larvas são liberadas na água durante as fases lunares em que as altas marés inundam o manguezal, aumentando a salinidade do habitat. A maior parte das larvas é então levada pelas correntes da maré vazante para o meio do estuário, longe dos rios, em pontos onde a salinidade tende a permanecer em torno de 25 ppmil.

Em termos práticos, essa observação tem sua importância aliada aos resultados obtidos pelos cultivos experimentais. As mortalidades ocorridas nos primeiros dias do cultivo piloto e dos cultivos experimentais causaram grandes perdas e diminuíram consideravelmente a produção final de larvas. Essas mortalidades incidiram sobre as larvas quando essas se encontravam nos estádios iniciais do desenvolvimento larval, isto é, de zoea I a zoea III.

A diferença entre a salinidade ideal para a larva nos estádios iniciais e a salinidade em que efetivamente foram cultivadas, poderia ser oferecida como explicação das mortalidades ocorridas nessa fase do cultivo.

Comparando-se as taxas de sobrevivência registradas nos tanques durante o primeiro cultivo experimental, com os resultados obtidos no frasco que testou a salinidade de 35, é possível observar que são graficamente muito semelhantes (Figura 32).

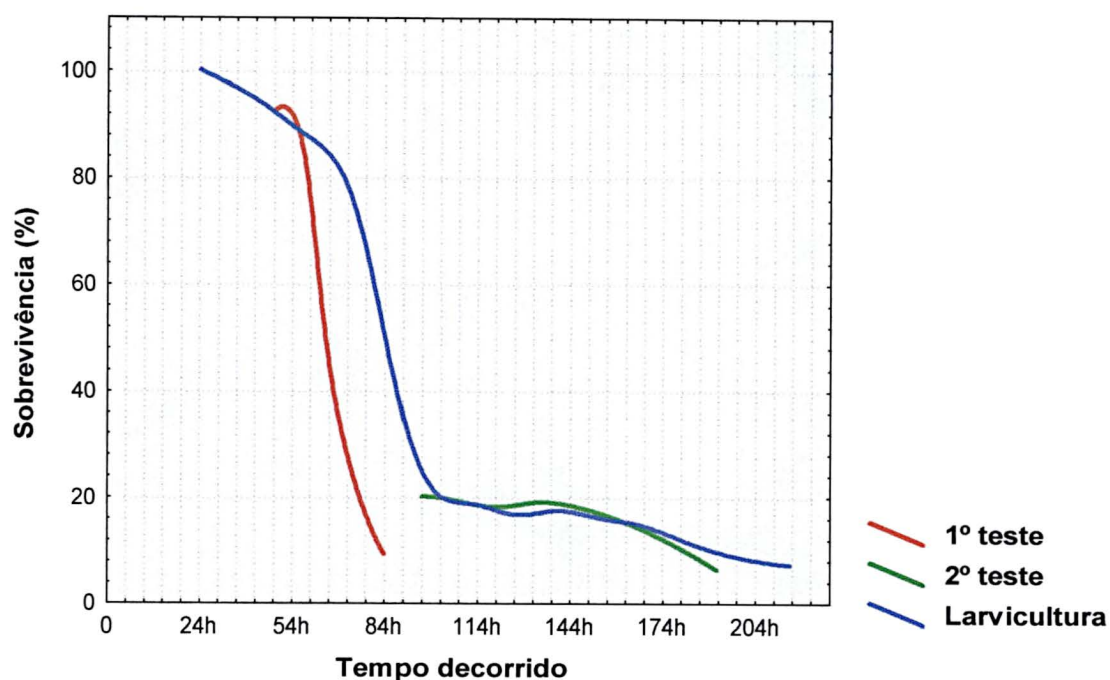


Figura 32. Comparação entre as curvas de sobrevivência obtidas no 1º cultivo experimental e nas unidades experimentais para 35 ppmil, dos testes de tolerância às variações de salinidade.

Dessa forma é possível afirmar que, na salinidade de 35, o comportamento das larvas nos frascos refletiu, com grande grau de aproximação, o que se observou nos tanques de larvicultura.

Considerando que unidades experimentais que utilizaram a salinidade de 25 obtiveram as melhores taxas de sobrevivência, principalmente para os estádios iniciais, pode se afirmar que a utilização dessa salinidade na água dos cultivos experimentais de grande escala, ao invés de 35 ppmil, como ocorreu na realidade, teria resultado em melhores taxas de sobrevivência e maior produção final de larvas.

Os testes de aclimação comprovaram que a sensibilidade dos estádios de zoea I a zoea III a baixas salinidades é uma característica dessa etapa do desenvolvimento larval e não resultado de choque salino. Confirmando o que foi observado durante outros testes, apesar de serem lentamente introduzidas em frascos com salinidades decrescentes, as larvas zoea I começaram a sofrer mortalidade assim que o gradiente de salinidade caiu abaixo de 10 ppmil. Balagurunathan (1993), trabalhando com o caranguejo do mangue, *Metaplex elegans*, observou que as larvas não sobreviviam mais que duas horas em salinidade de 10 ppmil. Quando a salinidade atingiu 4 ppmil, assim como nos testes anteriores, a mortalidade atingiu 100%.

A comparação entre as taxas de sobrevivência obtidas entre o 1º (ZI a ZIII) e o 2º (ZIII a ZVI) teste de tolerância às variações de salinidade permitiu observar que a sensibilidade demonstrada pelas larvas decaiu com o avançar do desenvolvimento larval. Seria plausível que, ao final do estágio de zoea, a salinidade deixasse de ser tão seletiva em termos de

sobrevivência. Nesse caso, essa tendência deveria atingir seu ápice durante 3º teste (ZVI a megalopa), quando a larva praticamente não seria mais susceptível às variações de salinidade e as taxas de sobrevivência seriam altas para largo espectro de salinidades diferentes. Porém, os resultados obtidos no terceiro teste não autorizam a comprovação dessa hipótese, mas permitem que se agregue uma observação complementar para a sua explicação.

Neste caso, o teste foi realizado no momento em que as larvas estavam sofrendo ecdise para o estágio de megalopa. O mais provável é que outras variáveis, bióticas, como condicionamento larval, ou abióticas, como estímulos ambientais, nesse momento tornem-se mais importantes para a sobrevivência da larva, influenciando dessa forma no resultado do teste. A megalopa é uma larva maior que a zoea VI, estágio larval que a precede. Alguns autores postularam que a demanda fisiológica sobre a larva que está para sofrer a última ecdise da fase larval seja muito grande (Moreira, 1988; Sherman, 1982). Se as reservas nutricionais não estiverem à altura, a larva atrasará a ecdise até que melhores condições se apresentem ou morrerá no processo.

A análise estatística do 3º teste de tolerância às variações de salinidade, corrobora com essa hipótese, revelando que a partir do estágio de zoea VI, as taxas de sobrevivência comportam-se como se sofressem pouca influência da variável salinidade.

Sob o ponto de vista do manejo da larvicultura de *U. cordatus*, as observações quanto ao aumento da tolerância larval às variações de salinidade, demonstram que, a partir dessa fase do cultivo, o laboratório poderia adaptar o cultivo à sua disponibilidade de água doce, salobra ou marinha, variando gradualmente as salinidades dos tanques dentro de uma faixa de conforto, que vai se tornando mais ampla com o avançar dos estádios larvais.

Porém, no que se refere à salinidade zero, mesmo o último estágio larval, imediatamente após a ecdise, continua a demonstrar acentuada sensibilidade. Somente cerca de 3 dias após esse evento, passará a larva a resistir a um largo espectro de salinidades, variando de zero a 35 ppmil. Essas duas fases fisiologicamente distintas do estágio de megalopa foram observadas tanto durante os cultivos em massa como através de testes de estresse e de tolerância às variações de salinidade.

A diferenciação dessas fases é fundamental para que possa garantir a sobrevivência da larva após a liberação nos manguezais. Na primeira fase do estágio de megalopa, a larva foi chamada de megalopa *i*, em alusão à fase "inicial" do referido estágio, pois ainda não está pronta. A segunda fase do estágio de megalopa foi chamada de megalopa *f*, ou "final", pois para efeitos de larvicultura, marcaria o término dos cultivos e, para efeitos de repovoamento, está pronta para ser transportada para a área alvo.

5.7 CONCLUSÕES

1. Entre as salinidades testadas, a mais favorável para os estádios de zoea I a zoea III das larvas de *U. cordatus*, foi a salinidade de 25. Recomenda-se que a água do tanque de larvicultura para essa espécie, principalmente na fase inicial do cultivo, seja mantida nessa salinidade.
2. Nesses estádios iniciais, as larvas são muito pouco tolerantes às variações de salinidade.
3. Nos estádios de zoea I a zoea III, as larvas refletem em seu estado geral as dificuldades de adaptação a salinidades diferentes do seu ideal fisiológico, sendo proporcionalmente mais afetadas quanto maior for a diferença entre a seu requerimento ideal e a salinidade ambiente.
4. As salinidades abaixo de 10 ppmil, encontradas com frequência nos corpos d'água que entremeiam os manguezais, são altamente seletivas para larvas de *U. cordatus* em seus estádios iniciais.
5. A tolerância dessas larvas às variações de salinidade aumenta progressivamente à medida que avança o desenvolvimento larval.
6. A salinidade zero é letal para todas as fases larvais, com exceção da fase final do estágio de megalopa. Nessa fase, não só as larvas são capazes de resistir à água doce, como também suportar variações bruscas, de zero a 35 ppmil de salinidade. A larva quando atinge essa fase, passa a ser chamada de megalopa *f*, estando apta a ser liberada no manguezal, marcando com isso o fim do cultivo.

5.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allendorf, F. W. & N. Ryman, 1987. Genetic management of hatchery stocks. In: Population Genetics and Fishery Management (eds. Ryman & Utter). University of Washington Press, Seattle and London. Pp. 141- 60.

Anger, K., E. Spivak, C. Bas, D. Ismael, T. Luppi. 1994. Hatching rhythms and dispersion of decapod crustacean larvae in a brackish coastal lagoon in Argentina. Helgol. Meeresunters. Vol. 4. Pp. 445-466.

Anger, K., J. Harms, M. Montu, C. D. Bakker. 1990. Effects of salinity on the larval development of a semiterrestrial tropical crab, *Sesarma angustipes* (Decapoda: Grapsidae). Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 62. Pp. 89-94.

Archambault, J. A., E. L. Wenner, J. D. Whitaker. 1990. Life history and abundance of blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, at Charleston Harbor, South Carolina. Bull. Mar. Sci. Vol. 46. Pp. 145-158.

Arudpragasam, K. D. & E. Naylor. 1966. Patterns of gill ventilation in some decapod crustacea. J. Zool., London. Vol. 150. Pp. 401- 411.

Balagurunathan, R. & T. Kannupandi. 1993. Effect of salinity on larval survival and development of the mangrove crab *Metaplex elegans*. J. Mar. Biol. Assoc. India. Vol. 35. Pp. 193-197.

Barans, C. A., D. M. Knott, B. W. Stender, J. O. Blanton, J. A. Amft. 1995. Processes influencing transport of decapod larvae through an estuarine inlet. Triennial Meeting of Fish Culture Section of American Fisheries Society World Aquaculture Society Nation Shellfisheries Association. Vol. 14 (1). P. 281.

Barbieri, R. C. Jr. & A. Ostrensky. 2001. Camarões Marinhos: Reprodução, Maturação e Larvicultura. Vol. 1. Ed. Aprenda fácil. 243p.

Barnes, R. D. 1996. Zoologia dos Invertebrados . Roca , 6. ed. São Paulo. Pp. 664-766.

Blaszkowski, C. & G. S. Moreira. 1986. Combined effects of temperature and salinity on the survival and duration of larval stages of *Pagurus criniticornis* (Dana) (Crustacea, Paguridae). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 103. Pp. 77-86.

Boer, P. J. 1999. Natural selection or the non-survival of the non-fit. Acta-Biotheorica. Vol. 47. Pp. 83-97

Bond-buckup, G., N. F. Fontoura, N. P. Marroni, L.C. Kucharski. 1991. O caranguejo: manual para o ensino prático de zoologia. Ed. Da Universidade. Porto alegre. 71 p.

Brown, L. 1993. Aquaculture for Veterinarians: Fish husbandry and Medicine. 1º ed. Pergamon Press. 447 p.

Brusca, R. C. & G. J. Brusca. 1990. Invertebrates. Sunderland, Sinauer. 922p.

Chaves, P. T. & A. L. Vendel. 2001. Baía de Guaratuba, Paraná: um estudo de caso sobre ictiofauna em estuários. Reunião técnica sobre ictiologia em estuários. Eds. Paulo de Tarso Chaves e Ana Lúcia Vendel, p. 93.

Chen, J. C. & J. L. LIN. 1994. Osmolarity and chlorine concentration in the hemolymph of subadult *Penaeus chinensis* subjected to different salinity levels. Aquaculture, Vol. 125 (1). Pp. 167-174.

Chen, J. C. & J. L. Lin. 1994. Responses of hemolymph osmolality and tissue water of *Penaeus chinensis* Osbeck juveniles subjected to sudden change in salinity. Mar. Biol. Vol. 120. Pp. 115-121.

Christy, J. H. 1982. Adaptive significance of the semilunar cycles of larval release in fiddler crabs (genus *Uca*): Test of an hypothesis. –Biological Bulletin. Vol. 163. Pp. 251-253.

Costa, R. S. 1979. Bioecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus , 1763) Crustacea, Decapoda no nordeste brasileiro. Bol. Cear. Agron. Vol. 20. Pp.1-74.

Cross, T. F. 1999. Genetic considerations in enhancement and ranching of marine and anadromous species. Stock enhancement and sea ranching. Fishing news books. London. Pp. 37-49.

DeVries, M. C., R. A. Tankersley, R. B. Forward, Jr., W. W. Kirby-Smith, R. A. Luettich, Jr. 1994. Abundance of estuarine crab larvae is associated with tidal hydrologic variables. *Mar. Biol.* Vol. 118. Pp.403-413.

Dobkin, S. 1970. Manual de métodos para el estudio de larvas y primeiras postlarvas de camarones y gambas. México. Série Divulgación Instructivo. Vol 4. 82p.

Duran-Gomez, R., J. M. Rodriguez, J. Morales. 1991. Stress-tests: A practical tool to control postlarval shrimp quality. LARVI' 91. Lavens, P.; Sorgeloos, P.; Jaspers, E.; Ollevier, F. Pp. 358-360.

Forward, R. B., Jr., R. A. Tankersley, M. C. De Vries, D. Rittschof. 1995. Sensory physiology and behavior of blue crab (*Callinectes sapidus*) postlarvae during horizontal transport. *Mar. Freshwat. Behav. Physiol.* Vol. 26. Pp. 233-248.

Freire, A. S. 1998. Dispersão larval do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) em manguezais da Baía de Paranaguá, Paraná. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

Frusher, S. D., R. L. Giddins, T. J. Smith, III. 1994. Distribution and abundance of grapsid crabs in a mangrove estuary: Effects of sediment characteristics, salinity tolerances, and osmoregulatory ability. *Estuaries*. Vol. 17. Pp. 647-654.

Goes, P., F. D. F.Sampaio, T. M. S., Carmo, M. S. Leal, G. S. Tôso. 1999. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), no manguezal da Baía de Vitória, Vitória, ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 7, Resumos. UFSC. Florianópolis. P. 137.

Gove, D. & J. Paula. 2000. Rhythmicity of larval release in three species of intertidal brachyuran crabs (Crustacea: Brachyura) from Inhaca island (Mozambique). *Marine Biology*. Vol. 136 (4). Pp. 685-691.

Guelorget, O. & J. P. Perthuisot. 1983. Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques et économique du confinement. Presses de l'ecole Normale supérieure .136p.

Haywood, M. D. E. & D. J. Staples. 1993. Field estimates of growth and mortality of juvenile banana prawns (*Penaeus merguensis*). Mar. Biol. Vol. 116. Pp. 407-416.

Jacobi, C. C. & G. S. Moreira. 1982. (Combined effects of temperature and salinity on the larval development of *Pagurus criniticornis* (Dana) (Anomura: Paguridae)). Atlantica. Vol. 5. P. 61.

Le Reste, L. 1992. Rainfall and shrimp catches *Penaeus notialis*, in the Casamance Estuary (Senegal) from 1962 to 1984. Aquat. Living Resour. Ressour. Vivantes. Aquat. Vol. 5. Pp. 233-248.

McLusky, D. S. 1971. Ecology of estuaries. Heinemann Educational Books, London. 144p.

Menon, N. N., A. N. Balchand, R. N. Menon. 2000. Hydrobiology of the Cochin backwater system: A review. Hydrobiologia. Vol. 430 (1-3). Pp. 149-183.

Messerknecht, I., M. Montu, K. Anger. 1991. Larval development and salinity tolerance of Brazilian *Eurytium limosum* (Say, 1818) (Brachyura: Xanthidae) reared in the laboratory. Meeresforschung. Rep. Mar. Res. Vol. 33. Pp. 275-296.

Moreira, G. S. & Nelson, G. 1988. Temperature and salinity effects of the respiration of *Calcinus laevimanus* (Randall, 1839) (Crustacea, Diogenidae). Third International Symposium on Marine Biogeography and Evolution in the Pacific 26 June 3 July 1988. Vol. 47 (1). P.258.

Moser, S. M. & D. J. Macintosh. 2001. Diurnal and lunar patterns of larval recruitment of Brachyura into a mangrove estuary system in Ranong Province, Thailand. Marine Biology. Vol. 138 (4). Pp. 827-841.

Nakamura, I. T. 1979. Sobre a fenologia de *Ucides cordatus* (L., 1763), Crustacea-Brachyura. Dissertação de mestrado. Departamento de Zoologia. Universidade Federal do Paraná.

O' Connor, N. J. & C. E. Epifanio. 1985. The effect of salinity on the dispersal and recruitment of fiddler crab larvae. Journal of Crustacean Biology. Vol. 5. Pp.137-145.

Othman, M. F. 1991. Some observation on the ecology and larval culture aspects of the banana shrimp (*Penaeus merguensis*/P. indicus). Fish. Bull. Dep. Fish. Malays. Buletin

Perikanan Jabatan Perikanan Malays. Kuala Lumpur, Malaysia. Department of Fisheries. Vol. 72. 17p.

Pasupathi, K. & T. Kannupandi. 1988. The zoeae, megalopa and first crab of the mangrove crab *Metaplex elegans* De Man, cultured in the laboratory. Mahasagar. Vol. 21. Pp. 145-160.

Rodrigues, M. S. & N. J. Hebling. 1989. Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. Revista Brasileira de Zoologia. Curitiba. Vol. 6 (I). Pp. 147-166.

Sasekumar, A. 1992. Mangrove as a habitat for fish and prawns. Hydrobiologia. Vol. 247. Pp. 195-207.

Sherman, E. & A. Eichrodt. 1982. The effect of temperature on osmotic responses of the hermit crab *Pagurus longicarpus* Say. Comp. Biochem. Physiol., A. Vol. 73 (A). Pp. 261-265.

Shirley, T. C. & S. M. Shirley. 1989. Temperature and salinity tolerances and preferences of red king crab larvae. Mar. Behav. Physiol. Vol. 16. Pp. 19-20.

Siegel, S. 1977. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. International student edition. Pp. 184-193.

Su, Y., X. Cai, J. Wang, W. Zheng, J. Chen. 1994. The relationship between the penaeid diseases, bacterial numbers and ecological factors. J. Xiamen. Fish. Coll. Xiamen. Shuichan. Xueyuan Xuebao. Vol. 16. Pp. 40-43.

Tankersley, R. A., L. M. McKelvey, R. B. Forward, Jr. 1995. Responses of estuarine crab megalopae to pressure, salinity and light: Implications for flood-tide transport. Mar. Biol. Vol. 122. Pp. 391-400.

Villarreal, H., P. Hinojosa, J. Naranjo. 1994. Effect of temperature and salinity on the oxygen consumption of laboratory produced *Penaeus vannamei* postlarvae. Comp. Biochem. Physiol., A. V. Vol. 108 (A). Pp. 331-336.

Vijayakumar, G. & T. Kannupandi. 1986. Zoeae and megalopa of the mangrove crab *Sesarma andersoni* De Man, reared in the laboratory. Mahasagar. Vol. 19. Pp. 245-255.

Wang, S. Y. & F. M. Truesdale. 1991. Temperature and salinity effects on early juvenile development of the stone crab, *Menippe mercenaria*. Am. Zool. Vol. 31. Pp. 91A.

Zanders, I. P. & J. M. Rodriguez. 1992. Effects of temperature and salinity stress on osmoionic regulation in adults and on oxygen consumption in larvae and adults of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). Comp. Biochem. Physiol., A. Vol. 101 (A). Pp. 505-509.

Zimmerman, R. J., Minello, T. J., Castiglione, M. C., Smith, D. L. 1990. Utilization of marsh and associated habitats along a salinity gradient in Galveston Bay. NOAA Tech. Memo. 73p.